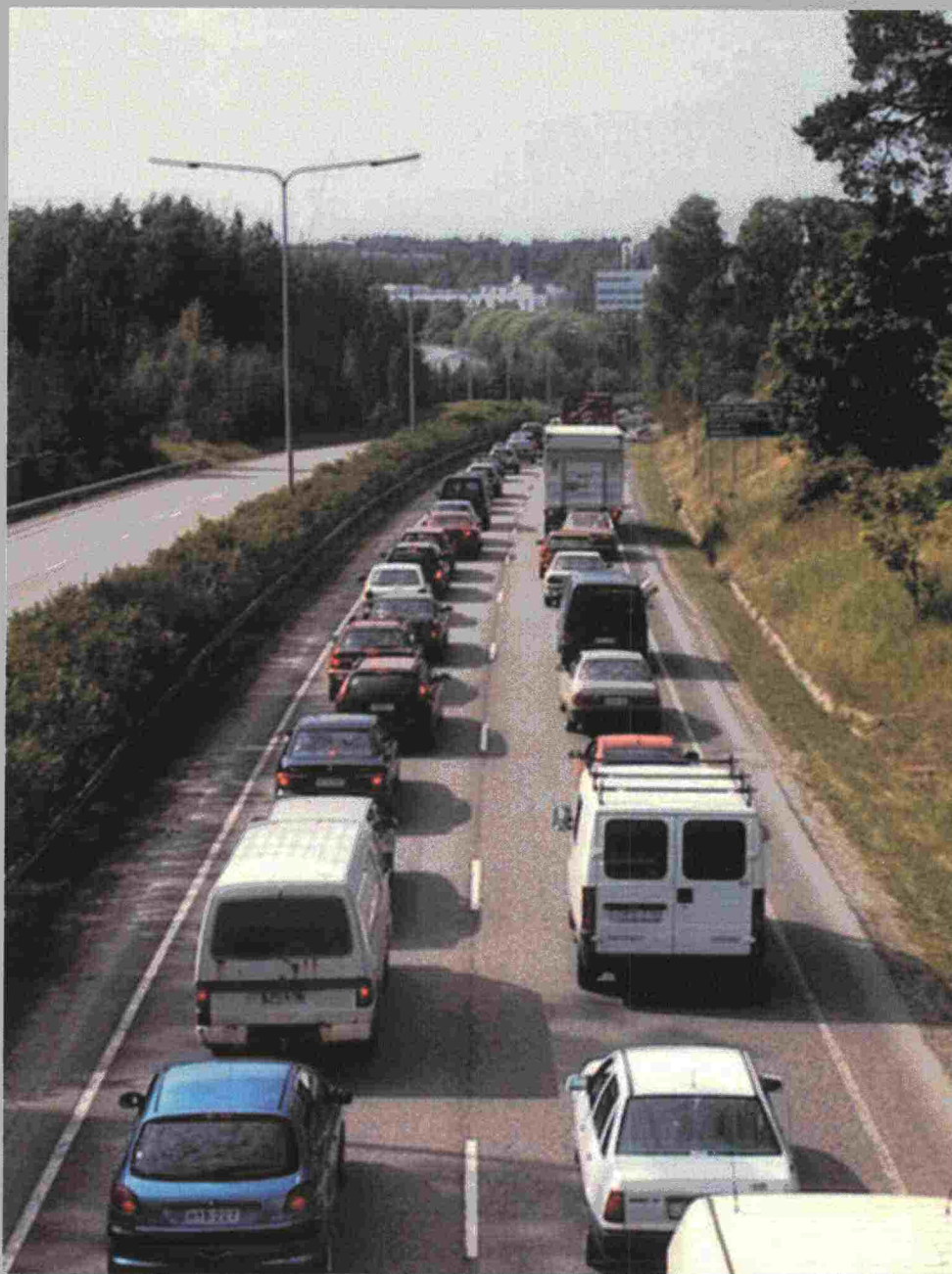


Uudenmaan tiepiirin liikenteen seurannan yleissuunnitelma



Tielaitoksen
selvityksiä

63/2000

Helsinki 2001

TIEHALLINTO
Uudenmaan tiepiiri



VIKING



Tielaitoksen selvityksiä
63/2000

**Uudenmaan tiepiirin liikenteen
seurannan yleissuunnitelma**

ISSN 0788-3722
ISBN 951-726-718-5
TIEH 3200649

Edita Oyj
Helsinki 2001

Julkaisua myy:
Tiehallinto, julkaisumyynti
telefaksi 0204 22 2652
e-mail julkaisumyynti@tiehallinto.fi

TIEHALLINTO
Uudenmaan tiepiiri
Käyntiosoite: Opastinsilta 12A
PL 70
00521 HELSINKI

Asiasanat: liikenteen seuranta, liikenteen hallinta, liikenteen hallintajärjestelmät, telematiikka
Aiheluokka: 20, 22

TIIVISTELMÄ

Raportissa on määritelty perusratkaisut, menetelmät ja suunnitelma liikenteen automaattisen seurannan vaiheittain toteuttamiseksi Uudenmaan tiepiirissä. Työssä on keskitytty liikenteen tiedotuksen ja alueellisen liikenteen hallinnan edellyttämään liikenteen automaattiseen seurantaan.

Työn lähtökohtana on ollut tiepiirin liikenteen hallinnan kehittämisohjelmassa ja liikenteen seurannan valtakunnallisessa esiselvityksessä asetetut palvelu- ja laatutasotavoitteet. Näiden mukaan pääkaupunkiseudun päätieverkolla tienkäyttäjälle annettava sujuvuustieto katsotaan ajantasaiseksi, kun se on enintään 5 minuuttia vanhaa. Tieto on pyrittävä tuottamaan liittymäväleittäin ja ruuhkautuvilla tiejaksoilla tarkemminkin. Pääkaupunkiseudun ulkopuolisella Uudenmaan tiepiirin päätieverkolla hyväksytään ajantasaiseksi 10...15 minuuttia vanha sujuvuustieto ja seurantalinkkien pituus voi olla 20...40 km ja ongelmakohdissa liittymäväli. Vähäliikenteisillä osuuksilla em. vaatimuksista voidaan tinkiä.

Tienkäyttäjille annettavaa sujuvuustiedotusta varten tarvittava välttämätön liikennetieto on liikennevirran keskinopeus, jonka perusteella määritetään liikennetilanneluokka. Muita tärkeitä tietoja ovat liikennemäärä, matka-aika ja keskimääräinen aikaväli. Nämä automaattisesti mitatut liikennetiedot välitetään tiedotus- ja ohjauspalveluiden käyttöön sujuvuustietokannan avulla. Sujuvuustietokantaan tuotetaan mittauksen perusteella linkkikohtaisesti ja ajosuunnittain vähintään keskinopeus ja liikennetilanneluokka. Lisäksi tietokantaan voidaan päivittää muita em. liikennetietoja sekä häiriötietoja. Sujuvuustietokannan tietojen pohjalta tuotetaan haluttu tiedotuspalvelu, esim. värikoodattu sujuvuuskartta, joka voi sisältää myös häiriö- ja matka-aikatietoja.

Vaihtoehtoiset seurantamenetelmät olivat piste- ja linkkimittaus sekä näiden yhdistelmä. Pistemittaus tuottaa luotettavasti monipuolisia pistekohtaisia liikennetietoja, joita usein on kuitenkin vaikea yleistää kuvaamaan koko linkin liikennetilannetta. Linkkimittauksessa tunnistetaan ajoneuvot seurantalinkin molemmissa päissä. Näin saadun matka-ajan perusteella lasketaan matkanopeus (linkin keskinopeus) ja sen perusteella linkin liikennetilanneluokka. Linkkimittaus, etenkin jos se tehdään liittymävälikohtaisesti, antaa pistemittauksista paremman kuvan linkin sujuvuudesta. Koska moni linkkimittauksen seurantalinkki koostuu käytännön syistä useasta tieverkon linkistä (liittymävälistä), tarvitaan algoritmeja arvioimaan linkkikohtaisia sujuvuuksia. Tulosten luotettavuutta voidaan parantaa sujuvuuteen oleellisesti vaikuttaviin kohtiin sijoitetuilla pistemittausasemilla.

Uudenmaan tiepiirin liikenteen automaattiseuranta ehdotetaan toteutettavaksi yhdistettynä linkki- ja pistemittauksena. Teknisesti luotettaviksi ratkaisuksi pistemittaukseen todettiin induktiiviset silmukat sekä linkkimittaukseen rekisterikilpien kuvatulkinna. Ehdotetun järjestelmän kokonaislaajuus on 85 linkkimittausasemaa ja noin 50 pistemittausasemaa. Kehä III:n sisäpuolisella verkolla matkanopeustieto tuotetaan noin kolmen minuutin viipeellä, mikä täyttää toimintaympäristölle asetetun 5 minuutin ajantasaisuusvaatimuksen.

Asiasanat: liikenteen seuranta, liikenteen hallinta, liikenteen hallintajärjestelmät, telematiikka

Aiheluokka: 20, 22

Pääkaupunkiseudun ulkopuolisilla säteittäisillä pääväylillä (vt1, vt2, vt3, mt132, kt45, vt6, vt7) seurantalinkin "pituus" (viive) on noin 5 minuuttia ja muilla pääteillä (kt25, kt51, kt52) noin 10 minuuttia. Nykyistä liikennekamerajärjestelmää ehdotetaan täydennettäväksi 34 kameralla. Järjestelmän investointikustannukset ovat noin 35 Mmk ja vuosittaiset käyttökustannukset noin 3 Mmk.

Järjestelmän toteutus ehdotetaan aloitettavan Kehä I:ltä ja sen sisäpuolisilta säteittäisiltä pääväyliltä vuonna 2002. Ensimmäisen vaiheen investointikustannukset ovat noin 8 Mmk. Seuraavat vaiheet toteutettaisiin vuosina 2003 - 2005 siten, että koko piirin päätieverkon kattava järjestelmä olisi käytössä vuoden 2006 alusta lähtien. Vuoden 2002 aikana on kehitettävä myös tienkäyttäjille tarjottavan palvelua, siten että voidaan varmistaa seurantatietojen soveltuvuus ja riittävä tarkkuus uskottavan sujuvuuspalvelun tuottamiseen.

Ehdotetun järjestelmän tuottamien liikennetietojen pohjalta voidaan tienkäyttäjille tarjota luotettavaa sujuvuustiedotusta ja todelliset mahdollisuudet tehdä matkan ajankohtaan ja reitinvalintaan vaikuttavia päätöksiä. Järjestelmä antaa myös alueellisen liikenteen hallinnan kehittämiseksi uskottavan pohjan. Verkon liikennetilanne tiedetään ja liikennekeskuksessa tehtyjen ohjaus- ja tiedotustoimenpiteiden vaikutukset voidaan havaita nykyistä huomattavasti nopeammin ("kun nämä toimenpiteet tehtiin, kävi näin..."). Alueellisen liikenteen hallinnan toimintamuotoja voidaan näin kehittää oppivan järjestelmän periaatteella ja luoda ennalta toimintasuunnitelmia erilaisia liikennetilanteita varten.

Keywords: traffic monitoring, traffic management, ITS, telematics

ABSTRACT

The work is based on the Traffic Management Development Programme of the Finnra Uusimaa region and the level of service and quality requirements set in the national traffic monitoring pre-study. Information of the level of service of traffic in the Helsinki metropolitan area is according to these considered to be real time information when it is fresher than 5 minutes. The goal is to offer information on a network link level and on congested road sections even more detailed information. On the road network outside the metropolitan area, 10 – 15 minutes old information is acceptable as real time information. The monitoring links may then vary between 20 – 40 kilometres and be a network link in congested areas. Lower requirements may be applied for road sections with low traffic.

Road user information about the level of service requires data about the average speed of the traffic flow, according to which traffic situations are classified. Traffic volume, travel time and average time interval between vehicles are also useful. These automatically measured parameters are transmitted to the information and management services via a level of service database. At least the average speed and traffic situation class data are produced for the database. The database may also be upgraded with other traffic information and, for instance, incident information. The produced service, for instance a colour coded level of service map that may also contain information about incidents and travel times, is constantly upgraded based on the information in the level of service database

Alternative monitoring methods are point monitoring, link monitoring and a combination of these. Point monitoring produces reliable and versatile point based data but its drawback is that the achieved data is often difficult to generalise for the whole link. Link monitoring identifies the vehicles at both ends of the link, calculates based on the measured travel time the overall travel speed (average speed of the link) and defines the traffic situation of the link. Link monitoring, especially when done on network links, describes the level of service better than point monitoring. Algorithms are needed for evaluating link-based levels of service because a monitoring link often for practical reasons comprises several network links. The reliability of the results can be improved by point monitoring at strategic locations.

The report proposes for the Finnra Uusimaa region a combination of automatic link and point monitoring. Inductive loops are reliable for point monitoring and licence plate recognition for link monitoring. The proposed system would have 85 link monitoring stations and about 50 point monitoring stations. On the network inside Ring Road III, the overall travel speed is proposed to be measured with a 3-minute delay, which meets the defined 5-minute real time information requirement of this functional environment. On the arterial roads outside the Helsinki metropolitan area the "monitoring link length" (delay) is proposed to be 5 minutes and on other main roads 10 minutes. The existing CCTV system is proposed to be expanded with 34 new cameras. The system investments are estimated to be about 35 million FIM and annual operation costs about 3 million FIM.

Uudenmaan tiepiirin liikenteen seurannan yleissuunnitelma. [Feasibility plan on traffic monitoring in the Uusimaa road region]. Finnish Road Administration. Tiehallinnon selvityksiä 63/2001. Helsinki 2001. 34 pages. + app. 7 pages. ISSN 0788-3722, ISBN 951-726-718-5, TIEH3200649.

Keywords: **traffic monitoring, traffic management, ITS, telem**

The report proposes a system implementation starting from year 2002 with Ring Road I and the arterial roads inside it. The first phase investments are about 8 million FIM (1,35 MEuros). The next phases could be realised in 2003 - 2005 and the system could be in full operation early in 2006. Also the road user information service must be developed during year 2002 to ensure the applicability and sufficient accuracy of the monitoring data for a credible information service.

The proposed system gives road users reliable information on the level of service and thus real possibilities to decide about the time of their journeys and route choice. The system gives also a credible basis for future development of regional traffic management. The traffic situation of the network is known and the effects of the management and information measures can be promptly observed. Regional traffic management can thus be developed on a self-learning system principles and operational schemes for various traffic situations produced.

The project has been granted European Community financial support in the field of Trans-European Networks – Transport.

ALKUSANAT

Työn tavoitteena on määritellä Uudenmaan tiepiirissä sovellettavat menetelmät ja perusratkaisut liikenteen automaattisen seurannan toteuttamiseksi. Lisäksi on esitetty ehdotus seurannan vaiheittain toteuttamiselle. Työ on pohjana rakennussuunnitelmien laadinnalle.

Työn lähtökohtana on ollut tiepiirin liikenteen hallinnan kehittämissuunnitelmassa ja liikenteen seurannan valtakunnallisessa esiselvityksessä asetetut palvelu- ja laatutasotavoitteet.

Suunnitelman on laatinut Traficon Oy, jossa työstä on vastannut Matti Kokkinen. Lisäksi työhön ovat osallistuneet Kristian Appel, Tuomo Eloranta ja Jari Oinas. Uudenmaan tiepiirissä työtä on ohjannut Pekka Rajala. Työn aikana työtä on esitelty Uudenmaan tiepiirin liikenteen hallinnan tiimille.

Hanke on saanut Euroopan unionin liikenteen perusrakenteen kehittämiseen tarkoitettua TEN-T (Trans-European Networks – Transport) –rahoitusta.

Helsingissä 22. elokuuta 2001

Tiehallinto

Uudenmaan tiepiiri

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

1	TYÖN TAVOITTEET, RAJAUS JA LÄHTÖKOHDAT	9
1.1	Työn tavoitteet	9
1.2	Määrittelyjä	9
1.3	Työn rajaus	9
1.4	Työn lähtökohdat	10
2	LIIKENTEEN SEURANNALLE ASETETTAVAT VAATIMUKSET	11
2.1	Liikenteen seuranta liikenteen hallinnan perustoimintona	11
2.2	Liikenteen seurantaa vaativat liikenteen hallinnan palvelut	12
2.3	Tarkasteltavan liikenteen seurantajärjestelmän rajaus	13
2.4	Seurannalle asetettavat toiminnalliset vaatimukset	14
2.4.1	Alueellinen kattavuus	14
2.4.2	Sujuvuustiedotuksen laatutaso ja ajantasaisuus	15
2.4.3	Sujuvuustietokantaan tuotettavat liikennetiedot	16
3	SEURANNAN TOTEUTTAMISEN VAIHTOEHDOT	18
3.1	Vaihtoehtoiset seurantamenetelmät	18
3.1.1	Pistemittaus	18
3.1.2	Linkkimittaus	19
3.1.3	Piste- ja linkkimittauksen yhdistäminen	20
3.1.4	Seurantamenetelmän valintaperusteet	21
3.2	Käytettävissä olevat tekniset ratkaisut	21
3.2.1	Pistemittaus	21
3.2.2	Linkkimittaus	22
3.2.3	Johtopäätökset teknisistä ratkaisuista	22
3.3	Palvelun tuottaminen sujuvuustietokannan avulla	22
4	TOTEUTUSVAIHTOEHTOJEN KUVAUS JA VERTAILU	25
4.1	Vaihtoehtoisten teknisten ratkaisujen kuvaus	25
4.1.1	Tavoitetaso pistemittausverkon avulla	25
4.1.2	Linkkimittausverkko	25
4.1.3	Yhdistetty linkki- ja pistemittausverkko	26
4.2	Vaihtoehtojen vertailu	26
4.2.1	Yksikkökustannukset	26
4.2.2	Vaihtoehtojen kokonaiskustannukset	28
4.2.3	Muut tekijät	29
4.3	Liikennekamerat	30
5	TOTEUTUSSUOSITUS JA KEHITTÄMISPOLKU	31
6	JATKOTOIMENPITEET	33

LÄHDELUETTELO

LIITTEET

1 TYÖN TAVOITTEET, RAJAUS JA LÄHTÖKOHDAT

1.1 Työn tavoitteet

Työn ensisijaisena tavoitteena on tuottaa ehdotus, miten liikenteen seuranta tulisi Uudenmaan tiepiirissä kehittää lähivuosina, jotta voidaan saavuttaa tiepiirin johtoryhmän joulukuussa 2000 liikenteen hallinnalle vuodelle 2005 asettamat tavoitteet. Ehdotus sisältää mm. toiminnalliset vaatimukset seurannalle ja vaiheittain totuttamisedotuksen ajoituksineen, joiden pohjalta voidaan laatia yksityiskohtaiset suunnitelmat vuotuisille toteuttamisvaiheille, jotka tulisi toteuttaa vuosina 2002-2004, jotta em. tavoitteet voisivat toteutua täysimääräisesti v. 2005. On huomattava, että seurantajärjestelmän toteuttamisen lisäksi tavoitteiden toteutuminen edellyttää mm. seurantatietojen hallintajärjestelmän ja sujuvuustietokannan toteuttamisen.

Työn tavoitteena on myös määritellä, mitä eri seurantamenetelmiä tulisi käyttää tai miten niitä voidaan yhdistää liikenteen hallinnan palveluiden kustannustehokkaaksi toteuttamiseksi. Tekniset ratkaisut määritellään vasta toteutussuunnittelun yhteydessä, jolloin mahdolliset uudet ratkaisut tai kokemukset voidaan hyödyntää.

1.2 Määrittelyjä

Liikenteen seurannalla ymmärretään tässä työssä "ajantasaisen liikennettä koskevan tiedon keräämistä ja tilanteen arviointia" (PTL53 1997). Liikennetietojen keräämisellä puolestaan ymmärretään samaa lähdettä seuraten "paikkaan ja aikaan sidottujen liikenteen ominaisuustietojen, kuten liikennemäärän, nopeuden ja käyttöasteen ja niiden muutoksien, keräämistä".

Liitteenä 1 on laajempi luettelo asiaan liittyviä määritelmiä, jotka on koottu liikenteen seurannan valtakunnallisessa esiselvityksessä (Tiehallinto 2001).

1.3 Työn rajaus

Työssä keskitytään tarkastelemaan ajantasaisen liikennetiedotuksen ja alueellisen liikenteen hallinnan edellyttämää liikenteen automaattista seuranta. Paikallisten ohjaus- ja valvontajärjestelmien vaatima seuranta sekä pelkästään liikenteen tilastointia varten tarvittavat liikennetietojen keruu on jätetty esitettyjen toteutusedotusten ulkopuolelle, joskin seurantajärjestelmien tulevaisuuden integroinnin tarvetta on korostettu.

Työhön eivät kuulu ne sujuvuustietokannan tietokantamäärittelyt, jotka ovat tarpeen varsinaisten liikenteen hallinnan palveluiden tuottamiseksi. Työssä keskitytään tuottamaan kuvaus liikennetietojen keräämisjärjestelmästä ja kerättävien tietojen muokkaamisesta liikenteen hallinnan sujuvuustietokannan edellyttämään muotoon (rajapinta sujuvuustietokantaan).

Työn ulkopuolelle on pääosin jätetty myös manuaalinen seuranta kuten esim. häiriöiden havaitseminen ja sen järjestäminen.

1.4 Työn lähtökohdat

Työn tärkeimmät lähtökohdat ovat:

- Tiehallinnon liikenteen hallinnan toimintalinjat (Tiehallinto 2000a), jotka on hyväksytty Tiehallinnon johtoryhmässä marraskuussa 2000.
- Uudenmaan tiepiirin liikenteen hallinnan kehittämisohjelma 2000-2005 (Tiehallinto 2000c), joka on hyväksytty Uudenmaan tiepiirin johtoryhmässä joulukuussa 2000.
- Liikenteen seurannan valtakunnallinen esiselvitys (Tiehallinto 2001).
- LK-tiedon tietomäärittelyt
- STARA rajapintamäärittelyt (Liikenne- ja viestintäministeriö 2001).

Kahdessa ensiksi mainitussa jatkokehittämisen pohjaksi hyväksytyssä selvityksessä on määritelty tavoitepalvelut ja niiden laatutasot sekä lyhyellä (2005) että pitkällä (2015) tähtäimellä.

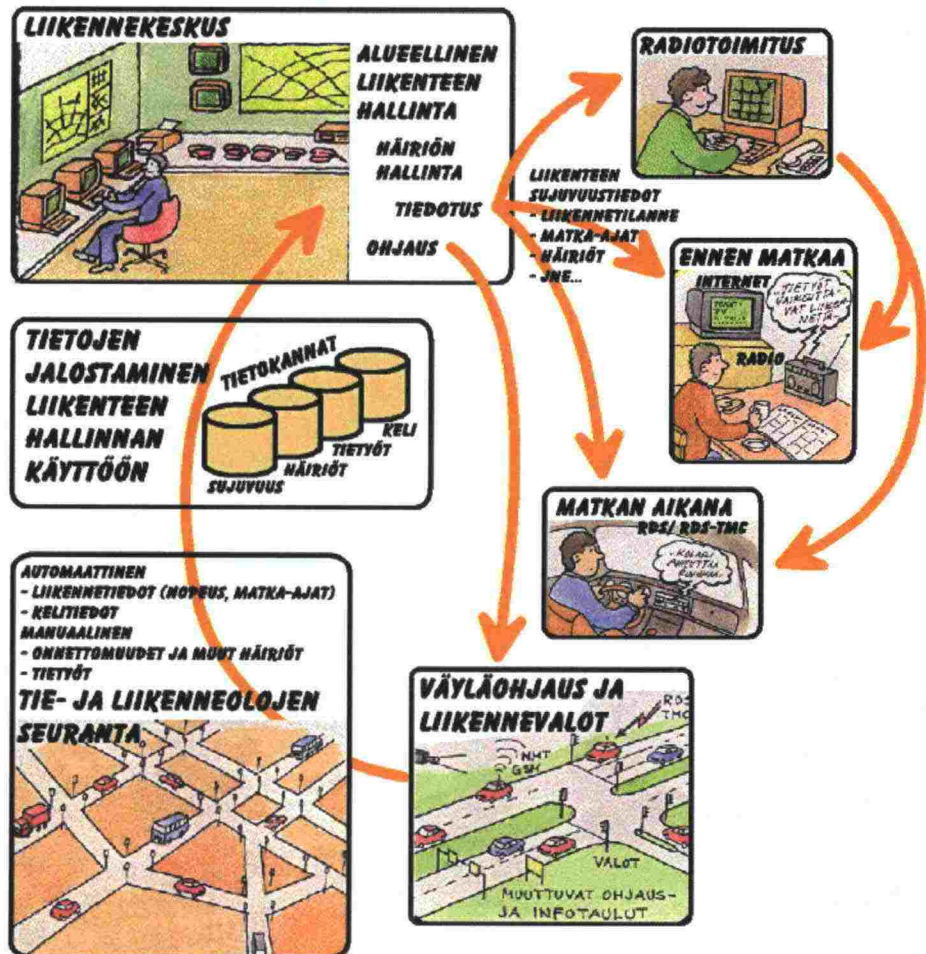
Liikenteen seurannan valtakunnallisessa esiselvityksessä on määritelty laatutasovaatimukset liikenteen seurannalle eri toimintaympäristöissä.

LK-tietoa varten tulisi olla määrittelyt liikenteen ajantasaisen informaation tuottamiseksi tarvittavan tiedon yksityiskohtaisista muodoista. Tämän työn pohjalta on selvitettävä, missä määrin ja kenen toimesta näitä määrittelyjä on tarpeen laatia tai tarkistaa.

2 LIIKENTEEN SEURANNALLE ASETETTAVAT VAATIMUKSET

2.1 Liikenteen seuranta liikenteen hallinnan perustoimintona

Liikenteen seuranta eli liikennetietojen kerääminen ja niiden (automaattinen) arviointi ovat liikenteen hallinnan tukitoimintoja. Liikenteen hallinnan palveluiden tarvitsemat tiedot kerätään erilaisilla menetelmillä ja teknisillä ratkaisuilla. Tietojen arviointi käsittää lähinnä liikennetilanteen automaattisen arvioinnin (esim. luokittelu) sekä mitatun tai muokatun tiedon varastoinnin tai tuhoamisen. Kerätyt tiedot käsitellään erikseen määriteltävällä tavalla (sujuvuustietokannan määrittelyt) tien varressa ja/tai liikennekeskuksessa tai matkalla liikennekeskukseen, kunnes ne päätyvät määritellyssä muodossa liikenteen hallinnan sujuvuustietokantaan. Liikenteen hallinnan palveluiden tuottamiseksi kehitetyt järjestelmät ja toiminnot hakevat tästä tietokannasta tarvitsemansa ajantasaisen liikennetiedon ja muun tiedon palvelun tuottamiseksi. Nämä tiedonhauet ja niiden pohjalta toteutettavat toiminnot ja palvelut voivat olla sekä automaattisia että manuaalisia, liikenteen ohjaajan tekemiä.



Kuva 1. Liikenteen seuranta liikenteen hallinnan palveluiden ja toimintojen tietojen tuottajana.

2.2 Liikenteen seuranta vaativat liikenteen hallinnan palvelut

Seuraavassa on lueteltu liikenteen hallinnan palvelut tai sisäiset toiminnot (tukitoiminnot), jotka vaativat liikenteen seuranta.

Alueellinen liikenteen hallinta, joka käsittää

- tie- ja liikenneolosuhteiden tunnistamisen ja ennustamisen sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä koko hallittavan verkon tasolla,
- johtopäätösten teon vallitsevan verkollisen tilanteen ja ennusteiden perusteella, sekä paikallisten tiedotus-, ohjaus- ja häiriönpoistotoimenpiteiden valinnan (tarvittaessa yhteistuumin muiden toimijoiden kanssa) ja niiden käynnistämisen. Tällaisia alueellisen hallinnan toimia ovat esim. tieosuuden sulkeminen ja siitä tiedottaminen, käytettävien valo-ohjausohjelmien valinta, vaihtoehtoisista reiteistä tiedottaminen ja niiden sujuvuuden varmistaminen.

Liikenteen tiedotus käsittäen paikallisen, alueellisen ja valtakunnallisen

- sujuvuustiedotuksen,
- häiriötiedotuksen,
- liikennetiedotteet ja
- matka-aikatiedotuksen.

Muita seuranta vaativia liikenteen hallinnan palveluita tai sisäisiä toimintoja, joiden seurantarpeita ei tässä työssä kuitenkaan käsitellä, ovat mm.:

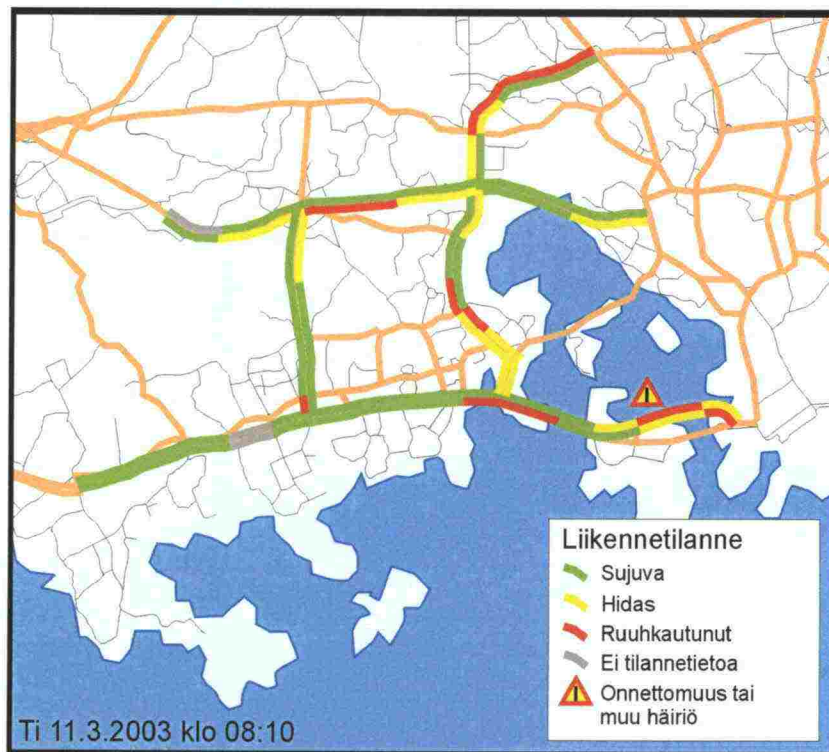
- **Liikenteen ohjaus** käsittäen paikallisen valo-ohjauksen sekä väylä- ja kaistaohjauksen. Ohjausjärjestelmien vaatima tosiaikainen liikenteen seuranta on toistaiseksi aina ohjausjärjestelmien integroitu osa ja näiden tuottamaa tietoa ei toistaiseksi ole hyödynnetty muiden palveluiden tuotannossa juuri lainkaan.
- **Liikenteen valvonta** käsittäen nopeusvalvonnan, kaistan käytön valvonnan ja punaista päin ajamisen valvonnan. Liikenteen valvonta kuuluu poliisiviranomaisille.
- **Liikennetietojen tilastointia** varten tarvittavien liikennetietojen keruu tapahtuu pääasiallisesti LAM-järjestelmän avulla. Järjestelmän tuottamia tietoja on käytetty hyväksi liikennetiedottamisessa.

2.3 Tarkasteltavan liikenteen seurantajärjestelmän raja

Tässä yleissuunnitelmassa määriteltävä liikenteen seurantajärjestelmä tuottaa seuraavien palveluiden tarvitsemat liikennetiedot:

- **alueellinen liikenteen hallinta**, joka on paikallisen liikenteen hallinnan perusta
- **sujuvuustiedotus**, joka on tärkein liikennetiedottajien työkalu ja myös loppukäyttäjien hyödynnettävissä yhä laajemmin tulevaisuudessa
- **häiriötiedotus** rajoitetussa määrin (erityiskohteet)
- **matka-aikatiedotus** rajoitetussa määrin (erityiskohteet)

Liikenteen sujuvuustiedotus liikennetiedotteineen ja häiriötiedotuksineen muodostavat liikennetiedotuksen ytimen, ja niiden tulisi toimia täydellisesti noin vuonna 2005 (Tiehallinto 2000c). Esimerkiksi RDS/TMC-viestit kuten myös sujuvuustiedotus värikoodatun kartan (kuva 2) muodossa tulevat olemaan sekä autoilijoiden että liikenteen tiedottajien (esim. paikallisradiot) käytettävissä.



Kuva 2. Esimerkki värikoodatusta kartasta (Tiehallinto 2001).

Häiriöiden¹ tietoon saaminen perustuu pääosin ihmisten tekemiin ilmoituksiin poliisi- ja pelastusviranomaisille, joista tieto kulkeutuu liikennekeskuksen

¹ Häiriö on poikkeuksellinen liikennetilanne ei siis tavanomainen suuresta liikennemäärästä johtuva ruuhka

häiriötietokantaan hyödynnettäväksi liikenteen hallinnan eri toiminnoissa. Automaattisen seurannan rooli häiriöiden havaitsemisessa on pieni lukuun ottamatta erityiskohteita kuten väyläohjausjärjestelmiä ja tunneleita. Häiriöiden havainnointia voidaan jatkossa automatisoida jonkin verran hyödyntämällä tässä suunnitelmassa määriteltävää seurantajärjestelmää ja erityisesti väyläohjausjärjestelmien tehokkaita seurantajärjestelmiä. Tärkeä lisäapu on myös liikennekamerat, joiden avulla liikennekeskuksessa voidaan todeta todellinen liikennetilanne kameroiden kattamilla väyläosuuksilla.

Matka-aikatiedotusta² ei voida toteuttaa laajamittaisesti joukkotiedotuskanavia hyväksikäyttäen. Vielä ei ole nähtävissä, milloin henkilökohtaiset, mahdollisesti kaksisuuntaista kommunikointia mahdollistavat tai käyttäjän yksilöllisiin tarpeisiin vastaavat järjestelmät kuten navigointijärjestelmät ja matkansuunnittelujärjestelmät yleistyvät siinä määrin, että ne voisivat muodostaa integroidun henkilökohtaisen käyttöliittymän, joka mahdollistaisi matka-aikatiedon monipuolisen hyödyntämisen. Näin ollen oletuksena on, ettei henkilökohtainen matka-aikatiedotus ole merkittävässä asemassa vielä 2005 tienoilla vaan ehkä vasta huomattavasti myöhemmin.

Liikennetietojen kerääminen tilastollisiin tarkoituksiin on jätetty tarkastelun ulkopuolelle siltä osin, kun se asettaa lisävaatimuksia tietojen keräämiselle. Määriteltävä liikenteen seurantajärjestelmä samoin kuin paikallisen liikenteen ohjauksen seurantajärjestelmät tuottavat, riippuen seurantamenetelmästä, ehkä runsaastikin tietoa, jota voidaan hyödyntää tilastointitoiminnassa.

Edellä esitetyt näkökannat palveluiden suhteellisesta merkityksestä ja toteutuksen ajoituksesta ovat sopusoinnussa Tiehallinnon liikenteen hallinnan toimintalinjojen 2015 (Tiehallinto 2000a) ja Uudenmaan tiepiirin liikenteen hallinnan kehittämissuunnitelman 2000-2005 (Tiehallinto 2000c) kanssa.

2.4 Seurannalle asetettavat toiminnalliset vaatimukset

2.4.1 Alueellinen kattavuus

Liikenteen sujuvuustieto olisi tuotettava Uudenmaan tiepiirin liikenteen hallinnan kehittämissuunnitelmassa 2000-2005 (Tiehallinto 2000c) määriteltyjen tavoitteiden mukaan pääkaupunkiseudun sisääntulo- ja kehäteiltä sekä niiden rinnakkaisväyliltä liittymäväleittäin ja ruuhkautuvilla osuuksilla tiheäminkin (liite 5) sekä pääkaupunkiseudun ulkopuolella valta- ja kantatieverkolta pääliittymäväleittäin (liite 6). Em. suunnitelmassa esitetyssä ehdotuksessa pääkaupunkiseudun tieverkolla oli noin 200 seurantalinkkiä ja sen ulkopuolisella päätieverkolla noin 60 seurantalinkkiä. Liikenteen seurannan valtakunnallisessa selvityksessä (Tiehallinto 2001) määritellyn laatu- ja luokituksen mukaan seurattava verkko ja linkkipituudet vastaavat hyvää...korkeaa laatutasoa.

² Matka-aika paikasta A paikkaan B tai liittymästä 1 liittymään 2

Häiriötiedotus koskee koko verkkoa, mutta sitä varten ei toteuteta automaattista seurantajärjestelmää tieverkolle vaan häiriöiden havainnointi perustuu edelleen manuaalisiin ilmoituksiin.

Sujuvuustiedotuksen tavoitteet täyttävä seurantajärjestelmä antaa hyvät edellytykset kehittää ja toteuttaa myös alueellista liikenteen hallintaa ko. tieverkolla.

2.4.2 Sujuvuustiedotuksen laatutaso ja ajantasaisuus

Sujuvuustiedotukselle Tiehallinnon liikenteen hallinnan toimintalinjoissa (Tiehallinto 2000b) asetetut vaatimukset on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Sujuvuustiedotukselle asetetut vaatimukset Tiehallinnon liikenteen hallinnan toimintalinjojen mukaan (Tiehallinto 2000b).

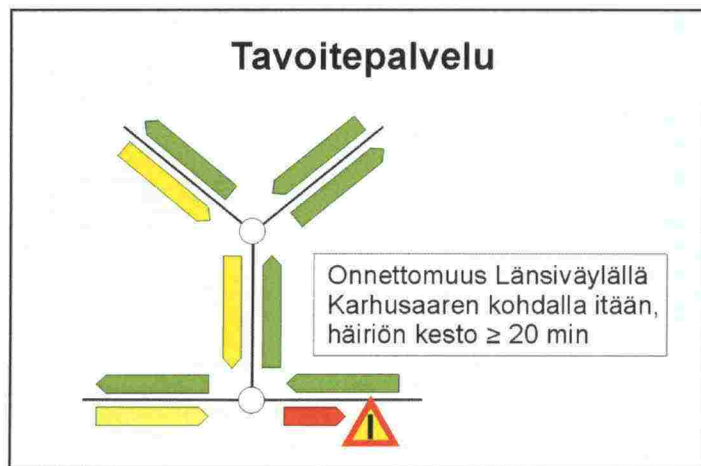
Tiedon muoto käyttäjäräjapinnassa	Värikoodattu kartta, liikennetilannetiedote, matka-aikatiedote	
Loppukäyttäjän käyttöliittymä	Matkaviestin, kulkuneuvopääte, PC (internet jne.), radio, teksti-TV	
Laatutasot	Korkein	Matalin
liikennetilanne- ja matka-aikatiedolle	- ajantasainen (3-5 min) tieto vallitsevasta tilanteesta pääliittymäväleittäin - lyhyen ajan ennusteet (virhe < ±10%) pääliittymäväleittäin	- tuore (15-25 min) tieto vallitsevasta tilanteesta yhteysväleittäin - lyhyen ajan ennusteet (virhe < ±20%) yhteysväleittäin
ruuhkatiedolle	tietoon < 10 minuutin viipeellä	tietoon < 30 minuutin viipeellä
Toimintaympäristöt eri laatutasoille	- moottoriväylät - suurien kaupunkiseutujen sisääntulo- ja kehätiet	- pääteiden ongelmaosuudet - pääteiden runkoverkko
Esimerkki palvelusta	- värikoodattu kartta: esimerkki kuvassa 1 - liikennetilannetiedote kulkuneuvopääteeseen: "Tie 1, Turunväylä, Kehä II - Kehä I; ruuhkautunut; matka-aika 10 min."	

Sujuvuustiedotuksen tulee olla ajantasaista, ts. jatkuvasti mahdollisimman hyvin vastata todellista tilannetta tieverkolla. Ajantasaisuusvaatimukset vaihtelevat toimintaympäristöittäin. Sujuvuustiedotuksessa on tavoiteltava vähintään hyvää laatutasoa, jotta palvelu säilyttäisi uskottavuutensa loppukäyttäjien keskuudessa.

Taulukossa 1 ja valtakunnallisessa selvityksessä määriteltyjen tavoitteiden (Tiehallinto 2001) perusteella pääkaupunkiseudun päätieverkolla tienkäyttäjälle annettava sujuvuustieto on ajantasaista, kun se on enintään 5 minuuttia³ vanhaa. Sujuvuustieto on pyrittävä tuottamaan liittymäväleittäin ja ruuhkautuvilla tiejaksoilla liittymäväliäkin tarkemmin. Pääkaupunkiseudun ulko-

³ Tieto oltava tienkäyttäjän käytettävissä 5 minuutin sisällä siitä, kun se on ollut teoreettisesti tuotettavissa.

puolisella Uudenmaan tiepiirin päätieverkolla sujuvuustieto saisi olla 10...15 minuuttia vanhaa ja seurantalinkkien pituus tulisi olla 20...40 km ja ongelmakohdissa liittymäväli. Pääteiden runkoverkon vähäliikenteisillä osuuksilla em. vaatimuksista voidaan tinkiä.



Kuva 3. Sujuvuustieto tuotetaan pääliittymäväleittäin.

2.4.3 Sujuvuustietokantaan tuotettavat liikennetiedot

Tienkäyttäjälle annettavaa sujuvuustiedotusta varten tarvittava välttämätön liikennetieto on liikennevirran keskinopeus⁴. Keskinopeus voidaan määrittää mitatuista nopeustiedoista tasoitetun keskinopeuden⁵ menetelmällä. Vapaan virran keskinopeutena käytetään usein linkin tai yhteysvälin nopeusrajoitusta tai vapaita ajoneuvoja seuraamalla määritettyä arvoa.

Sujuvuustietokantaan tuotetaan automaattisen liikenteen seurannan avulla mitatuista liikenteen perustiedoista linkkikohtaisesti ja ajosuunnittain seuraavia jalostettuja (laskettuja) liikennetietoja:

- keskinopeus (V) viimeiseltä 5, 15 ja 60 minuutilta
- liikennemäärä (Q) viimeiseltä 5, 15 ja 60 minuutilta sekä 24 tunnilta
- keskinopeuden suhde vapaaseen nopeuteen (SPR⁶)
- SPR:n perusteella määriteltä liikennetilanneluokka
- matka-aika (jos käytettävissä)
- varausaste (jos käytettävissä)
- keskimääräinen aikaväli (jos käytettävissä)

⁴ Pistenopeus tai linkkimittauksella laskettu matkanopeus.

⁵ Useita laskentatapoja. Esimerkiksi 5 viimeisimmän minuutin minuuttikeskiarvoista laskettu tasoitettu keskiarvo, jossa uudemmilla havainnoilla on suurempi painoarvo kuin vanhoilla.

⁶ SPR (Speed reduction ratio)

Minimissään sujuvuustietokantaan tarvitaan keskinopeus ja liikennetilanne-
 luokka. Näistä tiedoista sujuvuustiedotusjärjestelmä voi tuottaa värikoodatun
 sujuvuuskartan⁷.

Tietokannan tiedot päivitetään toimintaympäristökohtaisen ajantasaisuus-
 vaatimuksen mukaisesti (kohta 2.4.2).

Edellä mainittujen liikennetietojen lisäksi tietokantaan voidaan tallentaa link-
 kien välityskyvyt ja nopeusrajoitukset⁸ sekä erilaisia häiriö- ja tapahtumatie-
 toja, jotka parantavat linkin liikenteen sujuvuuden nykytilan arviointia ja laa-
 dittaessa ennusteita sujuvuuden lähiajan kehittymisestä (15 min – 2 h).

Taulukko 2. Liikennetilanneluokitus keskinopeuden perusteella.

Liikennetilanneluokitus	Määrittäminen / sisältö
Liikenne sujuvaa	Liikennevirran keskinopeus on vähintään 90 % vapaan virran keskinopeudesta (SPR > 90 %).
Liikenne jonoutunut	Liikennevirran keskinopeus on 75-90 % vapaan virran keskinopeudesta (SPR = 75 – 90 %).
Liikenne hidasta	Liikennevirran keskinopeus on 25-75 % vapaan virran keskinopeudesta (SPR = 25 – 75 %).
Liikenne pysähteleä	Liikennevirran keskinopeus on 10-25 % vapaan virran keskinopeudesta (SPR = 10 – 25 %).
Liikenne seisoo	Liikennevirran keskinopeus on alle 10 % vapaan virran keskinopeudesta (SPR < 10 %).

⁷ Minimissään sujuvuuskartassa esitetään väreillä linkin liikennetilanneluokka ajo-
 suunnittain. Palvelun laatutasoa voidaan parantaa esittämällä linkin keskinopeus
 ja/tai matka-aika sekä häiriöt (onnettomuudet yms.).

⁸ Muuttuvan nopeusrajoituksen tiejaksoilla ajantasainen tieto nopeusrajoituksesta

3 SEURANNAN TOTEUTTAMISEN VAIHTOEHDOT

3.1 Vaihtoehtoiset seurantamenetelmät

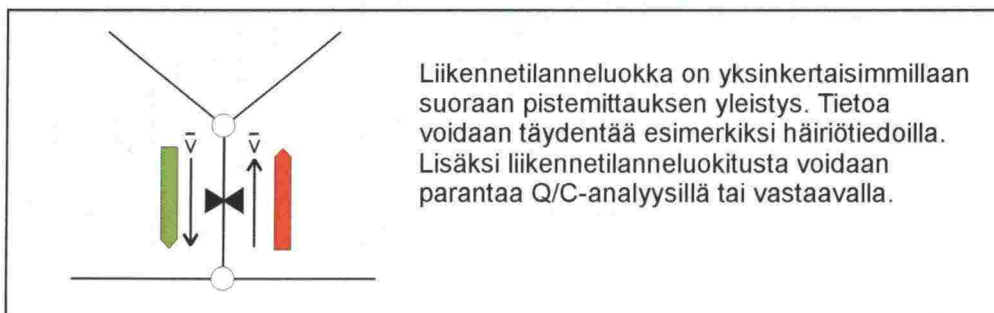
3.1.1 Pistemittaus

Pistemittauksessa liikenteen sujuvuutta tarkkaillaan mittaamalla liikenteen sujuvuutta yhdessä tai useammassa seurantalinkin pisteessä. Seurantapisteessä / -pisteissä mitattu liikennetieto yleistetään koskemaan koko seurantalinkkiä. Mitä pidempi tarkasteltava linkki on, sitä suurempi on koko linkkiä koskevan yleistyksen virhemahdollisuus.

Tilanteet, joissa helposti syntyy virhepäätelmiä, johtuvat usein häiriöistä kuten onnettomuus, tietyö jne. yhdistettynä suhteellisen suuriin liikennemääriin. Näin esim. nopeusmittauksen perustella sujuvaksi tulkitulle linkin sujuvuudelle voidaan antaa lisämääre "häiriö todettu" sopivaa symboliikkaa käyttäen, jolloin sujuvuudesta tehdyn virhepäätelmän merkitys pienenee. Autoilija tiedostaa, että linkillä on ongelmia.

Vaikein tilanne pistemittauksen kannalta on ylikysynnästä johtuva ruuhkautuminen, joka ei johdu mistään häiriöstä. Tästä syystä mittauspisteet on sijoitettava kohtiin, joiden liikennetilanne vaikuttaa merkitsevästi koko tiejakson sujuvuuteen. Tämä on yleensä mahdollista, koska ylikuormituksesta johtuvat ruuhkat toistuvat yleensä lähes samanlaisina päivästä toiseen. Mittauspisteen paikkaa valittaessa kannattaa ottaa huomioon, mikäli mahdollista, myös lähitulevaisuudessa odotettavissa olevat muutokset verkon toiminnassa. Tarvittaessa seurantalinkille voidaan sijoittaa useampi mittauspiste parantamaan luotettavuutta.

Pistemittauksen tuottamien tietojen oletetaan sellaisenaan kuvaavan linkin liikennetilannetta (kuva 4) ja sujuvuustiedotuspalvelun tuottaminen on siksi hyvin yksinkertaista. Virhepäätelmien riski otetaan tietoisesti ja luotetaan siihen, että häiriötiedot tulevat tietoon. Luotettavuutta voidaan edelleen parantaa yhdistämällä pistenopeustietoon linkin liikennemäärä- ja kapasiteettitietoa, jonka avulla voidaan todeta onko liikennevirta lähestymässä kyllästystilannetta. Lisäksi luotettavuutta voidaan parantaa tilastollisten tai tekoälysovellusten avulla.



Kuva 4. Linkin liikennetilanneluokan tuottaminen pistemittauksella (Tiehallinto 2001).

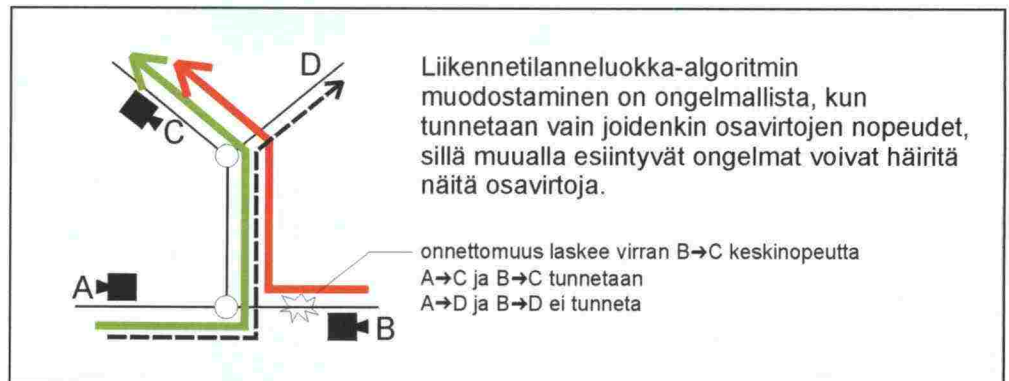
Keski- tai mediaaninopeus tietyssä pisteessä on (paitsi aivan pienillä liikennemäärillä) hyvin ajantasainen (viive < 1 min). Minuutin liikennemäärä kaksikaistaisella osuudella ruuhka-aikana on esim. Kehä 1:llä Kannelmäessä noin 50 - 65 ajoneuvoa. Tällainen liikennemäärä riittää hyvin ajantasaisen pistenopeustiedon tuottamiseen.

3.1.2 Linkkimittaus

Linkkimittauksessa tunnistetaan ajoneuvot seurantalinkin molemmissa päissä. Näin saadaan mitattua linkin matka-aika ja matkanopeus (linkin keskinopeus), joiden perusteella arvioidaan linkin sujuvuus.

Matkanopeustieto on sujuvuuden arvioimisen kannalta yleensä luotettavampaa kuin pistekohtainen nopeustieto. Matkanopeustieto on tasaisemmin jakautunut ja se reagoi muutoksiin tasaisemmin kuin pistemittauksella saatu nopeustieto, joka välttämättä ei reagoi sujuvuushäiriöön ollenkaan, jos ongelma-kohta sijaitsee kaukana mittauspisteestä.

Mikäli seurantalinkki poikkeaa tieverkon linkistä esim. liittymävälistä, jonka sujuvuudesta halutaan tiedottaa, joudutaan laatimaan algoritmi, joka tuottaa arvion linkin sujuvuudesta yhden tai useamman seurantalinkin nopeus- / matka-aikatiedon perusteella (kuva 5). Verkon eri osia varten saatetaan joutua määrittämään erilaisia algoritmeja.



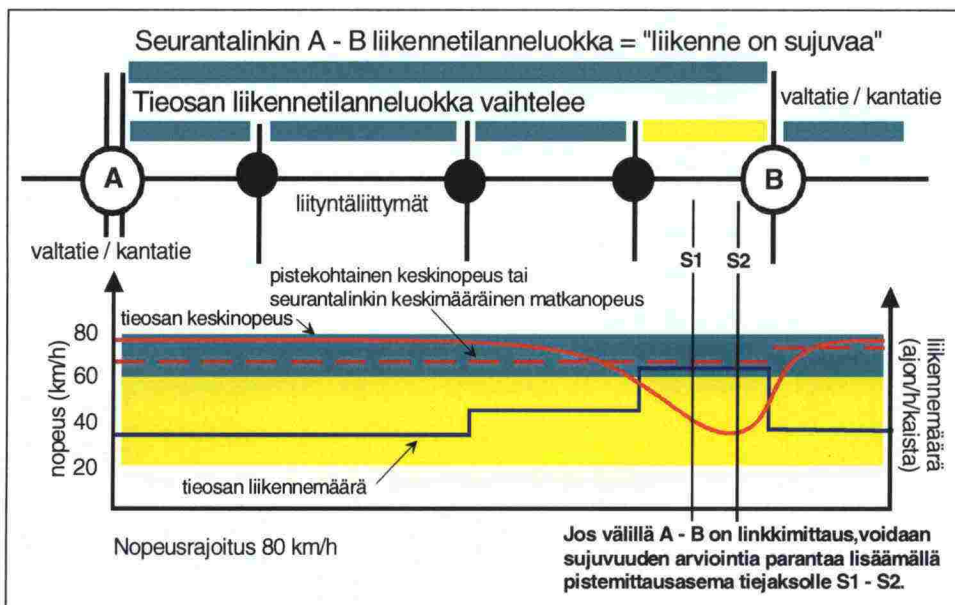
Kuva 5. Linkin liikennetilanneluokan tuottaminen linkkimittauksella (Tiehallinto 2001).

Linkkimittauksessa matkanopeustieto on keskimäärin linkin matka-ajan verran vanhaa tietoa. Mitä pidempi seurantalinkki, sitä enemmän matka-aikatieto ja nopeustieto viivästyy ja tiedon ajantasaisuus heikkenee. Tiedon ajantasaisuus heikkenee myös linkin sujuvuuden heikentyessä. Mitä pidempi ajoaika linkin alku- ja loppupisteen välillä on vallitsevassa liikennetilanteessa, sitä epävarmemmin havaittu matkanopeus edustaa linkin nykyistä liikennetilannetta. Linkkimittaus havaitsee linkin matkanopeudessa tapahtuvat muutokset hyvin ja etenkin ruuhkautumisen alku havaitaan nopeasti, mutta tieto ruuhkan hellittämisestä myöhästyy väistämättä mikäli muutos on nopea. Linkkipituuden kasvaessa kuitenkin sekä ruuhkan alkamisen että etenkin sen päättymisen havaitseminen viivästyy.

3.1.3 Piste- ja linkkimittauksen yhdistäminen

Kun tarkastellaan kohdissa 3.1.1 ja 3.1.2 todettuja piste- ja linkkimittausmenetelmien etuja ja haittoja, on oletettavaa, että sopivasti menetelmiä yhdistämällä saavutetaan paras lopputulos.

Linkkimittauksella ei saada riittävän luotettavasti selville kaikkia sujuvuus-tietokantaan tarvittavia tietoja kuten liikennemääriä, joita tarvitaan myös alueellisen liikenteen ohjauksen sekä tienpidon suunnittelun ja liikenteen kehityksen seurannan (tilastointi) tarpeisiin. Näin ollen tieverkolla tarvitaan myös pistemittausasemia. Tässä voidaan ja kannattaa hyödyntää Tiehallinnon nykyisen LAM⁹ -järjestelmän mittausasemia kunhan niissä järjestetään, että tarvittavat liikennetiedot ovat käytävissä toimintaympäristön ajantasaisuusvaatimusten (kohta 2.4.2) mukaisesti.



Kuva 6. Esimerkki ruuhkautuvan tieosuuden vaikutuksen laimenemisesta pitkällä seurantalinkillä.

Koska linkkimittauksessa moni seurantalinkki koostuu käytännön syistä useasta tieverkon linkistä (liittymävälistä), tarvitaan algoritmeja arvioimaan linkikohtaisia sujuvuuksia. Näiden algoritmien luotettavuutta voidaan parantaa sijoittamalla pistemittausasemia seurantalinkille siten, että liikenteen sujuvuuteen oleellisesti vaikuttavista kohdista¹⁰ saadaan täydentäviä liikennetietoja. Seurantalinkin pituuden kasvaessa mahdollisen ongelmakohdan tai häiriön vaikutus keskinopeuteen laimenee. Sijoittamalla pistemittausasemia odotettavissa oleviin ongelmakohtiin, voidaan tarkentaa liikennetilanteen

⁹ LAM = Liikenteen automaattinen mittausjärjestelmä. Uudenmaan tiepiirissä on tätä nykyä (keväät 2001) hieman yli 50 mittauspistettä, joista vajaa 30 pääkaupunkiseudulla. Tilastointia varten tiedot tallennetaan tietokantaan kerran vuorokaudessa.

¹⁰ Tienkohdat / liittymät, joissa tien liikennemäärä tai kapasiteetti muuttuu oleellisesti tai on liikennevalot.

arviointia (kuva 6). Myös liikenteen sujuvuuden lyhyen aikavälin ennustamisessa on hyötyä, kun on käytettävissä monipuolista tietoa liikenteestä.

3.1.4 Seurantamenetelmän valintaperusteet

Aikatahtimellä 2002-2004, jona aikana seurantajärjestelmä tulisi toteuttaa, toiminnallisesti realistisina menetelminä voidaan pitää sekä piste- että matkanopeusmittausta ja lisäksi näiden yhdistelmää. Valinta on tehtävä tarkempien kustannus- ja laatuvertailujen perusteella siten, että tavoitteena oleva palvelu voidaan tuottaa mahdollisimman kustannustehokkaasti.

Pääkaupunkiseudulle ja sen ulkopuoliselle verkolle voidaan päätyä erilaisiin ratkaisuihin.

3.2 Käytettävissä olevat tekniset ratkaisut

3.2.1 Pistemittaus

Pistenopeuksien mittaamiseen on useita teknisiä ratkaisuja:

- induktiivinen silmukkailmaispari
- tutka
- passiivinen ja aktiivinen infrapuna-ilmaisin
- videokuvatulkinta

Ajorataan asennettavista silmukkailmaisimista on paljon kokemuksia Suomessa ja muualla ja niiden luotettavuus ja kustannustekijät tunnetaan hyvin. Silmukkailmaisinten merkittävimmät ongelmat liittyvät ajoradan päällysteen kulumiseen sekä säännöllisesti toistuviin päällysteen uusimisiin.

Tutka saattaa olla vartenotettava vaihtoehto pistetiedon keräämiseen, sillä se on helppo asentaa, luotettava ja lähes huoltovapaa. Eräiden tietojen mukaan muissa Pohjoismaissa ollaan enenevässä määrin siirtymässä tutkan käyttöön.

Infrapunailmaisimien ongelmana on luotettavuus ja mittaustarkkuus huonolla säällä ja kelillä, jolloin liikenteen sujuvuuden seurannalla on tärkeä merkitys ohjaus- ja tiedotustoimenpiteitä valittaessa.

Videokuvatulkintaa on maailmalla käytetty liikenteen seurannassa pitkään. Käyttö on kuitenkin keskittynyt väyläohjaus- ja tunnelijärjestelmiin, joissa seurannan oleellisena tavoitteena on häiriöiden automaattinen havainnointi. Laitteet ovat vielä kuitenkin selvästi kalliimpia kuin esim. induktiosilmukat.

3.2.2 Linkkimittaus

Matkanopeuksien mittaamiseen on käytettävissä ainakin seuraavat tekniset ratkaisut:

- rekisterikilpien tunnistus videokameroilla (videokuvatulkinta)
- ajoneuvotransponderit ja tienvarsiantennit (voi samalla mahdollisesti olla elektroninen rekisterikilpi)
- ajoneuvojonojen tai yksittäisten ajoneuvojen tunnistus silmukkamaisimilla
- ulkoinen matkapuhelinpaikannus
- itsensä paikantavat ja keskusjärjestelmän kanssa kommunikoivat anturiajoneuvot

Rekisterikilpien videokameratunnistuksesta on kokemuksia Suomessa¹¹ (Eloranta 1999, Tiehallinto 2000d) ja ulkomailla. Transponderitekniikka on varsin yleinen maailmalla, sillä se on tekniikkana hyvin luotettava ja transponderit ovat halpoja (suuruusluokka 100 mk/kpl). Tulevaisuudessa transpondereihin ja vastaaviin perustuvat ratkaisut tullaan valitsemaan siten, että samalla järjestelmällä voidaan toteuttaa monta palvelua tai toimintoa. Elektroninen rekisterikilpi on tällöin varteenotettavin ratkaisu, mutta ennen sitä myös anturiajoneuvot saattavat tulla yleiseksi ratkaisuksi. Tulevaisuuden ratkaisuihin vaikuttaa paljon, miten järjestelmissä tarvittavan tiedonsiirron kustannukset kehittyvät.

Matkapuhelimien paikannukseen perustuvia sovelluksia on kehitteillä maailmalla ja Suomessakin on tehty alustavia selvityksiä mutta laajemmassa käytössä niitä ei vielä tällä hetkellä ole.

Anturiajoneuvoja Tiehallinto on kokeillut kelin seurannassa. Kehitystyö on edelleen meneillään. Tulevaisuudessa tekniikka on todennäköisesti mahdollista hyödyntää myös sujuvuuden seurannassa.

3.2.3 Johtopäätökset teknisistä ratkaisuista

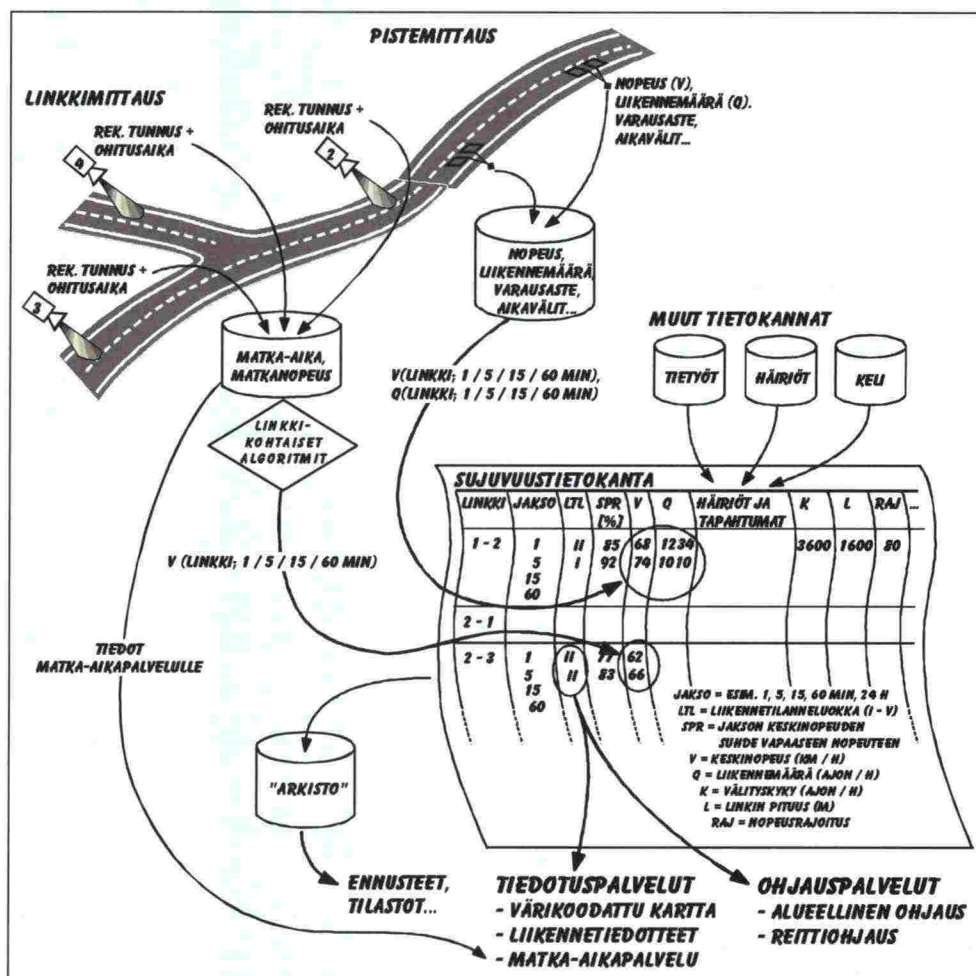
Teknisesti luotettaviksi ratkaisuiksi tällä hetkellä voidaan todeta ainakin induktiiviset silmukat pistemittaukseen sekä kuvatulkinta linkkimittaukseen. Muut ratkaisut edellyttänevät kokeiluja Suomessa, vaikkakin monet ovat laajasti käytössä muualla.

3.3 Palvelun tuottaminen sujuvuustietokannan avulla

Sujuvuustietokanta on rakenteeltaan yksinkertainen "taulukko", jota pidetään jatkuvasti ajan tasalla. Tiedotuspalveluita tuottavat toiminnot hakevat jatku-

¹¹ Kehä I:llä välillä Otaniemi – Pukinmäki ja valtatiellä 4 välillä Lahti – Heinola.

vasti ajantasaista tietoa tietokannasta. Lisäksi tietokannasta tallennetaan / päivitetään halutuin välein (esim. 1 h) tietoja muihin tietokantoihin mm. ennusteiden laatimisen pohjaksi ja tilastointia varten.



Kuva 7. Sujuvuustietokannan hyödyntäminen liikennetietojen välittämisessä tiedotus- ja ohjauspalveluiden käyttöön.

Tietokantaan tuotetaan tietoa:

- pistemittausjärjestelmästä, joissa on laskettu 5 ja 15 minuutin sekä tunnin keskinopeudet annetun kaavan mukaan seurantalinkeille sekä vastaavasti liikennemäärät 5 min, 15 min, 60 min ja 1 vrk jaksoilta
- linkkimittausjärjestelmästä, joka etsii ajoneuvotunnusten (rekisteritunnukset, transponderit tms.) vastinparit, laskee näistä matka-ajat ja vastaavat keskinopeudet sekä muodostaa linkki-kohtaisten algoritmien avulla arviot seurantalinkkien keskinopeuksista em. jaksolle
- mahdollisesti muistakin järjestelmästä, kuten onnettomuus-, tietyö-, häiriö- ja kelitietokannoista, mikäli tällainen tietokantarakenne helpottaa tiedotuspalvelun tuottamista

Muuttuvien liikennetietojen lisäksi sujuvuustietokantaan tallentuu muista tietokannoista kiinteitä (hitaasti muuttuvia) tietoja kuten linkin numero/suunta, arvioitu välityskyky normaalioloissa, mahdollisesti pituus ja kaistamäärä ym. Tietokanta on rakennettava siten, että myös nämä tiedot päivitetään automaattisesti, kun niitä muutetaan muissa tietokannoissa.

Sujuvuustietokanta ylläpitää annettujen kaavojen pohjalta linkkikohtaista liikennetilanneluokkaa. Tämän pohjalta tiedotuspalvelu tuottaa halutun palvelun, esim. värikoodatun sujuvuuskartan, johon voidaan sisällyttää myös häiriö- ja matka-aikatietoa. Linkin liikennetilanneluokkaa määriteltävään algoritmiin voidaan linkkikohtaisesti lisätä sujuvuusarvioita parantavia ominaisuuksia kuten esim. kuormitusasteen hyödyntämistä.

4 TOTEUTUSVAIHTOEHTOJEN KUVAUS JA VERTAILU

4.1 Vaihtoehtoisten teknisten ratkaisujen kuvaus

4.1.1 Tavoitetaso pistemittausverkon avulla

Uudenmaan tiepiirin liikenteen hallinnan kehittämissuunnitelmassa (Tiehallinto 2000c) laaditun ehdotuksen (liite 4) mukaan pääkaupunkiseudun tieverkolla oli noin 200 seurantalinkkiä ja sen ulkopuolisella päätieverkolla noin 60 seurantalinkkiä.

Tässä em. ehdotusta on pääkaupunkiseudun osalta hieman tarkistettu ottamalla huomioon nykyiset LAM -asemat ja yhdistämällä lyhimpiä seurantalinkkejä pidemmiksi kuitenkin siten, että kohdassa 2.4.2 esitetyt linkkipituusvaatimukset täyttyvät. Näin pääkaupunkiseudulla uusien mittauspisteiden määräksi on saatu 172 ja muualla tiepiirin päätieverkolla 60. Pistemittausasemien sijoittelu on esitetty liitteessä 1.

4.1.2 Linkkimittausverkko

Vaihtoehtoon mittausasemien sijoittelu on esitetty liitteessä 2. Pääkaupunkiseudulla linkkien määrä (56 mittausasemaa) on selvästi pienempi kuin alkuperäisessä tavoitetilassa (liite 5). Normaaliolosuhteissa, kun liikenteen sujuvuus on hyvä, saadaan matkanopeustieto Kehä III:n sisäpuolisella verkolla noin kolmen minuutin viipeellä, mikä täyttää toimintaympäristölle asetetun 5 minuutin ajantasaisuusvaatimuksen (kohta 2.4.2). Pääkaupunkiseudun ulkopuolisilla säteittäisillä pääväylillä (vt1, vt2, vt3, mt132, kt45, vt6, vt7) seurantalinkin "pituus" (viive) on noin 5 minuuttia ja muilla pääteillä (kt25, kt51, kt52) noin 10 minuuttia.

Linkkimittausasemat on pyritty sijoittamaan pääliittymien (verkon solmupisteiden) välille siten, että syntyvät seurantalinkit koostuvat liikenteellisesti mahdollisimman tasalaatuisista tiejaksoista. Ruuhkautumisalttiimmilla tiejaksoilla seurantalinkin pituus on keskimääräistä lyhyempi. Matkanopeudet saadaan erikseen suoraan jatkavalle ja kääntyvälle liikenteelle. Kaikki seurantalinkit eivät ole liittymävälikohtaisia, joten sujuvuustietokannan tarvitsemien tietojen tuottaminen edellyttää kohdassa 3.1.2 mainittujen algoritmien luomista.

Oleellinen näkökohta mittauspisteiden sijoittamisessa on ollut sopivien kameranasennuspaikkojen hyödyntäminen, esim. sillat ja muut olemassa olevat sopivat rakenteet. Esitettyä tiheämpi mittausasemien sijoitus edellyttäisi mm. portaalien rakentamista kameroiden kiinnityspaikoiksi. Tällaisen portaalien edellyttävän mittauspisteen kustannukset olisivat arviolta 30...60%¹² suuremmat kuin olemassa olevia rakenteita hyödyntävien mittauspisteiden, jolloin kokonaiskustannukset nousisivat oleellisesti.

¹² Lisäkustannus portaalista arviolta 70 000 mk / mittauspiste

4.1.3 Yhdistetty linkki- ja pistemittausverkko

Yhdistetyssä järjestelmässä linkkimittaukseen perustuvaa järjestelmää täydennetään pistekohtaiseen tekniikkaan perustuvilla mittausasemilla kohdassa 3.1.3 esitettyjen periaatteiden mukaisesti. Vaihtoehtoon mittausasemien alustava sijoitus on esitetty liitteissä 3 (pääkaupunkiseutu) ja 4 (muu tieverkko).

Pistemittausasemat (45 kpl) on ehdotuksessa sijoitettu siten, että pääkaupunkiseudulla linkkimittausasemien muodostaman seurantalinkistön jokaisella linkillä on vähintään yksi pistemittausasema ja vilkkaimilla tiejaksoilla kaksi.

Pääkaupunkiseudun ulkopuoliselle verkolle on tässä esitetty nykyisten LAM-asemien lisäksi 7 uutta pistemittausasemaa. Pistemittausasemien sijaintia on syytä tarkentaa ensimmäisen toteutusvaiheen käyttökokemusten perusteella.

4.2 Vaihtoehtojen vertailu

4.2.1 Yksikkökustannukset

Tarvittavien laitteiden ja ohjelmistojen arvioidut yksikkökustannukset on esitetty taulukossa 3.

Pistemittausasemien laitteiden yksikkökustannuksina on käytetty Tiehallinnon LAM-järjestelmän mittauspisteiden toteutuneita hankintahintoja.

Linkkimittausasemien yksikkökustannukset on arvioitu viimeisimpien laite-toimittajan antamien kustannustietojen mukaan. Ne ovat pienemmät kuin Kehä I:llä ja valtatiellä 4 toteutetuissa kokeiluissa, joissa pienet hankintamäärät ovat nostaneet yksikkökustannuksia.

Mittausaseman tietoliikenneyhteyden, sähköliittymän ja kojekaapin hankinta- ja asennuskustannukset on arvioitu olevan riippumattomia käytettävästä mittaustekniikasta. Kustannukset perustuvat pääkaupunkiseudulla käytössä olevien seurantajärjestelmien toteutuneisiin kustannuksiin.

Keskuslaitteistojen kustannukset perustuvat olettamukseen, että vaihtoehtosta riippumatta liikennekeskukseen on hankittava tarvittavat tietokoneet käsittelemään mittauspisteissä mitattuja tietoja ja jalostamaan niistä eri toimintojen ja palveluiden tarvitsemia (määrämuotoisia) tunnuslukuja. Linkkimittauksen keskuslaittekustannukset arvioidaan noin 1,5 -kertaisiksi pistemittaukseen verrattuna. Olettama perustuu linkkimittauksen edellyttämään tehokkaampaan tietokantojen käyttöön.

Taulukko 3: Laite- ja ohjelmistohankintojen yksikköhinnat (hankinta ja asennus).

Laite tai ohjelmisto	Hankinta-kustannus [mk / kpl]	Kustannusperusteet
Pistemittausasema		Tietoliikenneyksikkö ei sisälly LAM – aseman vakioitoimitukseen. Yksikön avulla asema voidaan liittää IP-kytkentäiseen ADSL-yhteyteen.
LAM -laitteisto	60 000	
Tietoliikenneyksikkö	7 000	
Linkkimittausasema		Perustuu laitetoimittajan antamiin hintatietoihin. Asennus olemassa olevaan rakenteeseen (siltaan tms.). Lisäkustannus 70 000 mk, jos joudutaan asentamaan uusi portaali tai muu vast. rakenne.
1+1 kaistaa	110 000	
2+2 kaistaa	220 000	
Muut pistekoht. laitteet		Riippumaton mittaustekniikasta. PKS:n seuranta-järjestelmissä toteutuneiden kustannusten mukaan tietoliikenneyhteyden osuus 5 000 – 15 000 mk, sähköliittymän 5 000 – 10 000 mk ja kojekaapin osuus noin 5 000 mk.
Mittauspisteiden sähkö- ja tietoliikennelaitteet sekä kaapit	25 000	
Keskuslaitteet		
LAM –keskuslaite	500 000	Tietojen keruu pistemittausasemilta.
Älykäs ulkoasema	1 000 000	Kehityskustannukset pistemittausasemien liittämiseksi TCP-IP -pohjaiseen tietoliikenneverkkoon.
Matka-aikakeskus	750 000	Tietojen keruu linkkimittausasemilta.
Käyttöliittymä	2 000 000	

Vuotuiset käyttökustannukset on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Arvio vuotuisista käyttökustannuksista.

Mittausaseman sijainti	Käyttökustannus [mk / v / mittausasema]	Kustannusperusteet
Tietoliikenne		Pääkaupunkiseudulla on käytettävissä ADSL – yhteys (edellyttää TCP-IP tekniikkaa mittauspisteissä). Muualla on oletettu jouduttavan käyttämään ISDN –soittoyhteyttä.
Pääkaupunkiseudulla	6 000	
Muulla tieverkolla	15 000	
Huolto ja muu ylläpito	10 000	Oletettu Tiehallinnon kokemusten pohjalta, että silmukat on uusittava joka kolmas vuosi ja kamerat joka viides vuosi.

Tietoliikennekustannusten kannalta TCP-IP tekniikan hyödyntämisellä on suuri merkitys. Se mahdollistaa ADSL -tyyppisen yhteystavan käytön, joka on ainoa kustannustehokas tapa tilanteessa, jossa mittausasemien välillä ei ole olemassa omaa kaapelointia, vaan tietoliikennepalvelut joudutaan hankimaan vapailta markkinoilta. Mikäli tiedonsiirto joudutaan järjestämään ISDN –soittoyhteyksillä kasvavat tietoliikennekustannukset 2...3 -kertaisiksi. Pääkaupunkiseudulla voidaan hyödyntää ADSL –ratkaisua. Näillä näkymin muulla tieverkolla joudutaan käyttämään ISDN -soittoyhteyksiä.

4.2.2 Vaihtoehtojen kokonaiskustannukset

Vaihtoehtojen investointi- ja käyttökustannukset on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5: Vaihtoehtoisten ratkaisujen hankinta- ja käyttökustannusarviot.

Vaihtoehto	Mittaus- asemien määrä *)	Investointikustannukset [1000 mk]				Käyttökus- tannukset [1000 mk /v]
		Mittaus- asemat	Keskus- laitteet	Muut laitteet	Yhteensä	
PKS-verkolla						
Pistemittaus	172	17 824	500	1 000	19 324	2 752
Linkkimittaus	56	15 720	750	-	16 470	896
Yhdistetty link- ki- ja pistemitt.	56+45	17 625	950	500	19 075	1 456
Muulla päätieverkolla						
Linkkimittaus	29+7	7 850	**)	-	7 850	750

*) uudet mittausasemat

**) liitetään PKS:n keskuslaitteeseen

Pääkaupunkiseudulle esitettyjen vaihtoehtojen investointikustannukset asettuvat 16,4 - 19,4 Mmk:n välille. Vuotuiset käyttökustannukset sisältäen laitteiden huollon ja tietoliikennekustannukset ovat välillä 0,9 - 2,7 Mmk.

Linkkimittausjärjestelmä on investointi- ja käyttökustannuksiltaan edullisin. Pistemittausjärjestelmän sekä yhdistetty linkki- ja pistemittausjärjestelmän investointikustannukset ovat kutakuinkin yhtä suuret mutta pistemittausjärjestelmän käyttökustannukset ovat mittauspisteiden suuresta määrästä johtuen lähes kaksinkertaiset.

Käyttökustannukset koostuvat tietoliikenne- ja huoltokustannuksista. Tietoliikennekustannusten osuus on pääkaupunkiseudun pisteillä noin 35% vuotuisista käyttökustannuksista ja muun tieverkon pisteillä noin 60%. Ero johtuu siitä, että pääkaupunkiseudulla voidaan käyttää kustannustehokasta ADSL – ratkaisua kalliin soittavan yhteyden (ISDN) sijasta. Lähivuosina myös pääkaupunkiseudun ulkopuolella saattaa olla mahdollista hyödyntää ADSL – ratkaisua.

Taulukossa 6 on vertailtu ostettujen tietoliikennepalvelujen ja omaan kaapelointiin perustuvan tietoliikennepalvelun kustannuksia.

Taulukko 6. Liikenteen oman kenttäväylän investointikustannusten vertailu ostopalveluiden kustannuksiin.

Vaihtoehto	Mittaus- asemien määrä *)	Oman kaapeloinnin investointikus- tannukset [1000 mk]			Ostopalv. käyttökus- tannukset [1000 mk /v]
		Liittäminen asemilla	Kaapelointi	Yhteensä	
Pistemittaus	172	172	13 800	13 972	2 752
Linkkimittaus	56	56	13 800	13 856	896
Yhdistetty link- ki- ja pistemitt.	56+45	101	13 800	13 901	1 456

*) uudet mittausasemat pääkaupunkiseudulla

Tarkastelu perustuu oletamaan, että oman kaapeliverkon pituus olisi 230 km ja yksikkökustannus 66 mk/m. Lisäksi liittymiskustannukset kullakin ulko-
asemalla on arvioitu 1000 markaksi. Tarkastelun perusteella oman kaape-
loinnin rakentaminen olisi harkittava ratkaisu pistemittausvaihtoehdossa.
Muissa vaihtoehdoissa kannattaa pitäytyä ostopalveluissa.

4.2.3 Muut tekijät

Kustannusten lisäksi on pohdittava eri vaihtoehtojen tuottaman tiedon käyt-
tökelpoisuutta halutun palvelun, tärkeimpänä sujuvuustiedotuspalvelun,
tuottamisen pohjaksi. Toisin sanoen on pohdittava, ovatko esitetyt vaihtoeh-
dot vertailukelpoisia keskenään ja toteuttavatko ne palvelun tuottamisen
asettamat vaatimukset.

On todettava, ettei ole käytettävissä riittävän laajaa käytännön kokemusta
palvelun tuottamisesta esitetyillä menetelmillä. Nykyinen Tiehallinnon inter-
net-sivuilla oleva sujuvuustiedotus on esimerkki karkean pistemittauksen
hyödyntämisestä. Suomessa tehdyissä matka-aikamittauskokeiluissa ei ole
tuotettu liittymävälikohtaista sujuvuustietoa.

Vertailun tekemiseksi ei ole riittävää pohjaa. Molemmilla menetelmillä on
etunsa ja haittansa, kuten edellä on esitetty. Mainittakoon pistemittauksen
tuottamat monet tunnusluvut kuten keskinopeus, liikennemäärä ja ilmaisimi-
en varautuneisuusaste verrattuna matkanopeuteen ja toisaalta pistemittauk-
sen heikko edustavuus verrattuna ainakin kohtuullisen lyhytmatkaisiin mat-
kanopeusmittauksiin. Pitkällä tähtäimellä tullaan myös tukeutumaan muihin
ratkaisuihin kuten anturiajoneuvoihin, elektronisiin rekisterikilpiin jne. jotka
tuottavat myös matkanopeustietoa.

Valinta voi näissä olosuhteissa perustua lähinnä vain harkintaan ja ensim-
mäinen toteutusvaihe toimii palvelun tuottamisen pilottina, jonka tuloksia
kannatta odottaa, ennen kuin toteutusta jatketaan koko piirin alueelle.

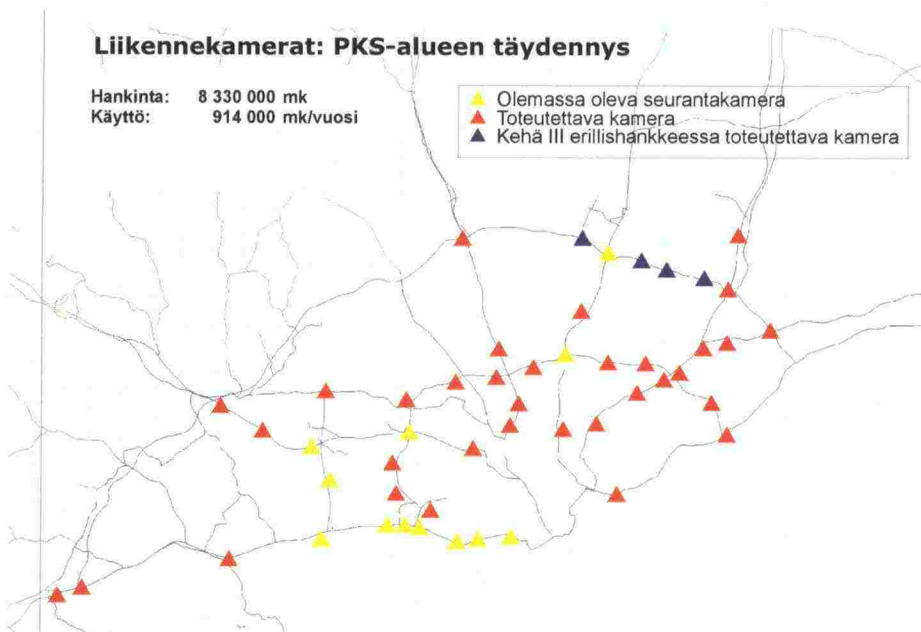
4.3 Liikennekamerat

Uudenmaan tiepiirin liikenteen hallinnan kehittämissuunnitelmassa (Tiehallinto 2000c) on asetettu tavoitteeksi, että liikennekamerakuva saataisiin kaikista merkittävistä liikenteen solmukohtista eli eritasoliittymistä ja niihin liittyviltä väyläosuuksilta.

Nykyisin pääkaupunkiseudun tieverkolla on 12 liikennekameraa tärkeimmissä eritasoliittymissä ja vilkkaimmilla väyläosuuksilla.

Kameroiden tuottaman kuv tiedon avulla voidaan mm. varmistaa automaattisen seurantajärjestelmän liikennetilannekuvauksen paikkansa pitävyyttä epävarmoissa tilanteissa. Varmistus on mahdollista osittain automatisoida. Kun automaattijärjestelmällä mitattujen tietojen perusteella arvioituna seurantalinkin sujuvuus laskee hyvin alhaiseksi, kytketään linkillä olevien liikennekameroiden kuva(t) liikennekeskuksessa oleviin kameramonitoreihin. Näin päivystäjä voi seurata tehokkaasti tilanteen kehittymistä. Kamerakuva voidaan tarjota merkittävimmistä kohteista myös tienkäyttäjille esim. internetin välityksellä.

Uusia seurantakameroita on määritelty tarvittavan pääkaupunkiseudulla kaikkiaan 34 kappaletta. Kameroiden hankintakustannuksiksi on arvioitu 8,3 Mmk ja vuotuisiksi käyttökustannuksiksi 0,9 Mmk.



Kuva 8. Nykyiset ja ehdotetut uudet liikennekamerat pääkaupunkiseudulla.

Uudet kamerat voidaan liittää liikennekeskuksen olemassa olevaan kamerajärjestelmään laajennusmoduuleina. Järjestelmän kameroita ohjaa liikennekeskuksen päivystäjä.

5 TOTEUTUSSUOSITUS JA KEHITTÄMISPOLKU

Työryhmä ehdottaa tehdyn selvityksen perusteella liikenteen automaattiseurannan toteutettavaksi yhdistettynä linkki- ja pistemittauksena. Lisäksi nykyistä liikennekamerajärjestelmää ehdotetaan täydennettäväksi 34 kameralla.

Ehdotetun ratkaisun katsotaan tuottavan ainakin seuraavia hyötyjä:

- Tienkäyttäjille tarjottavalle sujuvuustiedotukselle saadaan uskottava pohja. Tällöin tienkäyttäjällä on paikkansa pitävän liikennetilannetiedon perusteella todelliset mahdollisuudet tehdä matkan ajankohtaan ja reitinvalintaan vaikuttavia päätöksiä, joiden seurauksena verkon kuormitus jakaantuu tasaisemmin.
- Alueellisen liikenteen hallinnan kehittämiseksi saadaan uskottava pohja, kun verkon liikennetilanne tiedetään. Liikennekeskuksessa tehtyjen ohjaus- ja tiedotustoimenpiteiden vaikutukset voidaan havaita nykyistä huomattavasti nopeammin ("kun nämä toimenpiteet tehtiin, kävi näin..."). Näin luodaan mahdollisuudet kehittää alueellisen liikenteen hallinnan toimintamuotoja oppivan järjestelmän periaatteella ja kehittää toimintasuunnitelmia erilaisia liikennetilanteita varten.

Esitetty vaiheittain toteutus perustuu olettamukseen, että järjestelmä voidaan toteuttaa asetetun tavoiteaikataulun (Tiehallinto 2000c) mukaisesti kolmessa vuodessa siten, että tiepiirin kattava sujuvuustiedotuspalvelu tarjottavissa vuonna 2005. Ehdotettu kehittämispolku on seuraava:

- **Kehä I ja sen sisäpuoliset säteittäiset pääväylät vuonna 2002.** Toteuttaminen on perusteltua aloittaa Kehä I:ltä länsipäästä, jossa on eniten liikenteen sujuvuusongelmia¹³ ja siten sekä tienkäyttäjillä että liikennekeskuksella on suuria tarpeita tietää kulloinenkin liikennetilanne mahdollisimman tarkasti ja ajantasaisesti.
- **Kehä I:n ja Kehä III:n väliset pääväylät vuonna 2003.** Käsittää myös Kehä II:n. Seurantalinkkejä ja mittauspisteiden paikkoja tarkistetaan tarvittaessa ensimmäisen vaiheen kokemusten perusteella.
- **Kehä III vuonna 2004.** Tässä vaiheessa toteutetaan myös muutama linkki Kehä III:n ulkopuolisilla säteittäisillä pääväylillä.
- **Pääkaupunkiseudun ulkopuolinen verkko vuonna 2005.** Muulla päätieverkolla on ehdotettu käytettävän pääasiassa linkkimittausta. Tässä vaiheessa ko. verkolle on määriteltä vain muutama pistemittausasema, sillä niiden määrä ja paikat on tarkennettava edeltävien toteutusvaiheiden kokemusten perusteella.

¹³ Kehä I:n vuotuisiksi ruuhkakustannuksiksi on selvityksissä arvioitu noin 50 Mmk.

Eri vaiheissa toteutettavat mittauspisteet on esitetty liitteissä 3 (pääkaupunkiseutu) ja 4 (muu tieverkko). Kussakin toteutusvaiheessa asennetaan alueelle suunnitellut liikennekamerat ja suoritetaan myös olemassa olevien LAM -asemien päivitys ajantasaisen seurannan tarpeiden käyttöön.

Ensimmäisen toteutusvaiheen aikana on kehitettävä myös tienkäyttäjille tarjottavan palvelua, siten että voidaan varmistaa seurantatietojen soveltuvuus ja tarkkuus uskottavan sujuvuuspalvelun tuottamiseen ennen järjestelmän laajentamista.

Ehdotettujen rakennusvaiheiden investointikustannukset ja käyttökustannusten kertymät on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. Yhdistetyn linkki- ja pistemittaukseen perustuvan järjestelmän kustannukset toteutusvaiheittain.

Toteutusvaihe		Mittaus- asemat ja kamerat *)	Investoin- tikustan- nukset [1000 mk]	Käyttökus- tannukset yhteensä [1000 mk /v]
Kohde	vuosi			
Kehä I:n ja sen sisäpuolinen alue	2002	22+10+10	8 000	700
Kehä I:n ja Kehä III:n välinen alue	2003	16+15+15	8 450	+ 750
Kehä III ja sen lähialueet	2004	18+20+9	8 600	+ 780
Muu päätieverkko	2005	29+7+0	9 800	+ 830
Yhteensä	2005	85+52+34	34 850	3 100

*) linkkimittaus + pistemittaus + kamerat

6 JATKOTOIMENPITEET

Ensimmäisenä jatkotehtävänä on saada seurantajärjestelmän toteutus tai vähintään sen ensimmäinen rakennusvaihe piirin hankeohjelmaan. Syksyllä 2001 on aloitettava ensimmäisen vaiheen rakennussuunnittelu, jotta hankintasopimus voitaisiin tehdä vuoden 2002 alussa.

Viimeistään vuoden alkupuolella 2002 olisi käynnistettävä sujuvuustietokannan määrittelytyö ja sujuvuuspalvelun tuottamiseen tarvittavan ohjelmiston kehitystyö, jotta niitä voitaisiin testata ensimmäisessä toteutusvaiheessa. Sujuvuustiedotuspalvelun ensimmäisen vaiheen tavoitteena on antaa oikea kuva vallitsevasta liikennetilanteesta. Pidemmän aikavälin tavoitteena on tarjota liikennetilanteesta myös lähiajan (esim. 5...15 min) ennuste. Tästä syystä piirin on tarpeen osallistua ennustemenetelmien kehitystyöhön, joka on käynnistynyt keskushallinnossa. Menetelmiä voitaisiin esimerkiksi testata seurantajärjestelmän ensimmäisen toteutusvaiheen alueella.

Toteutuksen aikana on lisäksi seurattava mittauslaitteistoissa ja tietoliikenne-ratkaisuissa tapahtuvaa kehitystä teknisesti ja taloudellisesti järkevän ratkaisun valitsemiseksi kussakin toteutusvaiheessa.

LÄHDELUETTELO

Eloranta Tuomo, 1999. Rekisterikilpien tunnistukseen perustuva liikenteen automaattinen matkanopeuden seuranta. Tiehallinto, Uudenmaan tiepiiri. Tielaitoksen selvityksiä 46/1999. TIEL 3200589. ISBN 951-726-592-1. ISSN 0788-3722. Helsinki 1999. 149 s.

ITS America 2000. Closing the Data Gap: Guidelines for Quality Advanced Traveler Information System (ATIS) Data. Versio 1.0, September 2000. U.S. Department of Transportation.

KAREN 2000. European ITS Framework Architecture. Issue 1.0 (CD). European Communities 2000.

Liikenneministeriö 2000. Liikennetelematiikan kansallinen järjestelmäarkkitehtuuri. Arkkitehtuurikuvaus. Liikenneministeriön mietintöjä ja muistioita B:5/2000. Helsinki 2000. 95 s.

Liikenne- ja viestintäministeriö 2001. Standardien rajapintojen määrittely liikennetietojen välitykseen. Liikenne- ja viestintäministeriön mietintöjä ja muistioita B 15/2001. Helsinki 2001. 42 s.

PTL53 1997. Tieliikenteen telematiikka. Pohjoismainen terminologia. Suomalainen laitos. Pohjoismaiden Tietekniillinen liitto. Jaosto 53. Raportti nro 1:1997.72 s.

Tiehallinto 2000a. Tiehallinnon liikenteen hallinnan toimintalinjat. Tiehallinto, Liikenteen palvelut. TIEL 1000032. ISBN 951-726-707-X. Helsinki 2000. 11 s.

Tiehallinto 2000b. Tiehallinnon liikenteen hallinnan toimintalinjat – taustaraportti. Tiehallinto, Liikenteen palvelut. ISBN 951-726-708-8. Helsinki 2000.

Tiehallinto 2000c. Liikenteen hallinnan kehittämisohjelma 2000 – 2005. Tiehallinto, Uudenmaan tiepiiri. Tielaitoksen selvityksiä 50/2000. TIEL 3200636. ISBN 951-726-693-6. Helsinki 2000. 33 s. + liitteitä 34 s.

Tiehallinto 2000d. Lahti-Heinola matka-ajan seuranta- ja informaatiojärjestelmän toiminnan arviointi. Tielaitos. Tielaitoksen selvityksiä 58/2000. TIEL 3200644. ISBN 951-726-706-1. ISSN 0788-3722. Tampere 2000. 46 s + liitteitä 61 s.

Tiehallinto 2001. Liikenteen seurannan valtakunnallinen esiselvitys. Tiehallinto, Liikenteen palvelut. Tiehallinnon selvityksiä 19/2001. TIEH 3200666. ISBN 951-726-750-9. ISSN 1457-9871. Helsinki 2001. 53 s.

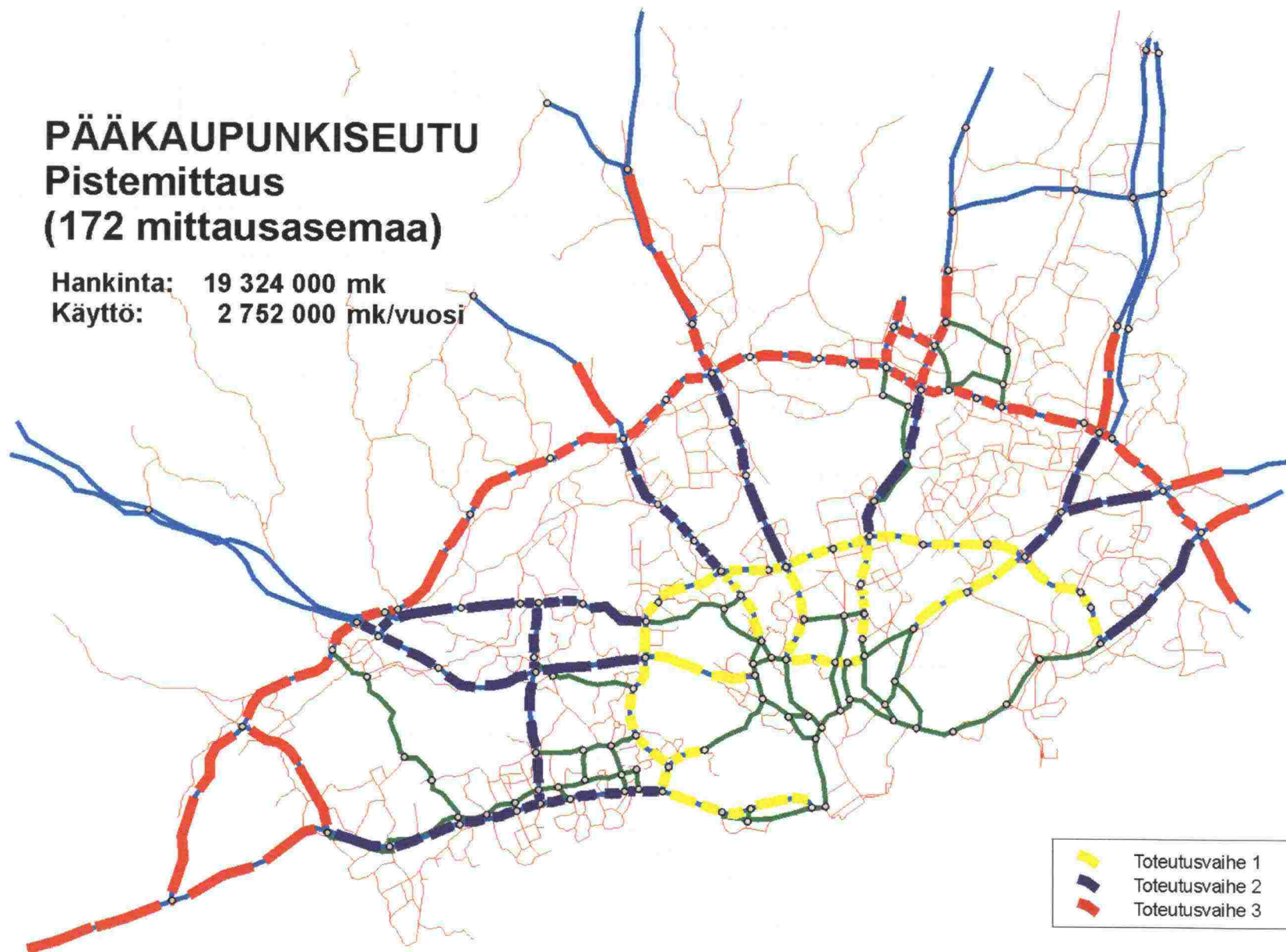
Tielaitos 1996. Liikenteen seurannan esiselvitys. Tielaitos, keskushallinto. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 24/1996. Helsinki 1996. 43 s. + liitteitä 13 s.

LIITELUETTELO

1. Pistemittausvaihtoehdon mittausasemien alustava sijoitus pääkaupunkiseudulla
2. Linkkimittausvaihtoehdon mittausasemien alustava sijoitus pääkaupunkiseudulla
3. Yhdistetyn linkki- ja pistemittausvaihtoehdon mittausasemien alustava sijoitus pääkaupunkiseudulla.
4. Ehdotus mittausasemien sijoituksesta pääkaupunkiseudun ulkopuolisella tieverkolla.
5. Liikenteen seurantalinkit pääkaupunkiseudun yleisellä tieverkolla – tavoitetila (Tiehallinto 2000c).
6. Liikenteen seurantalinkit pääkaupunkiseudun ulkopuolisella tieverkolla – tavoitetila (Tiehallinto 2000c).

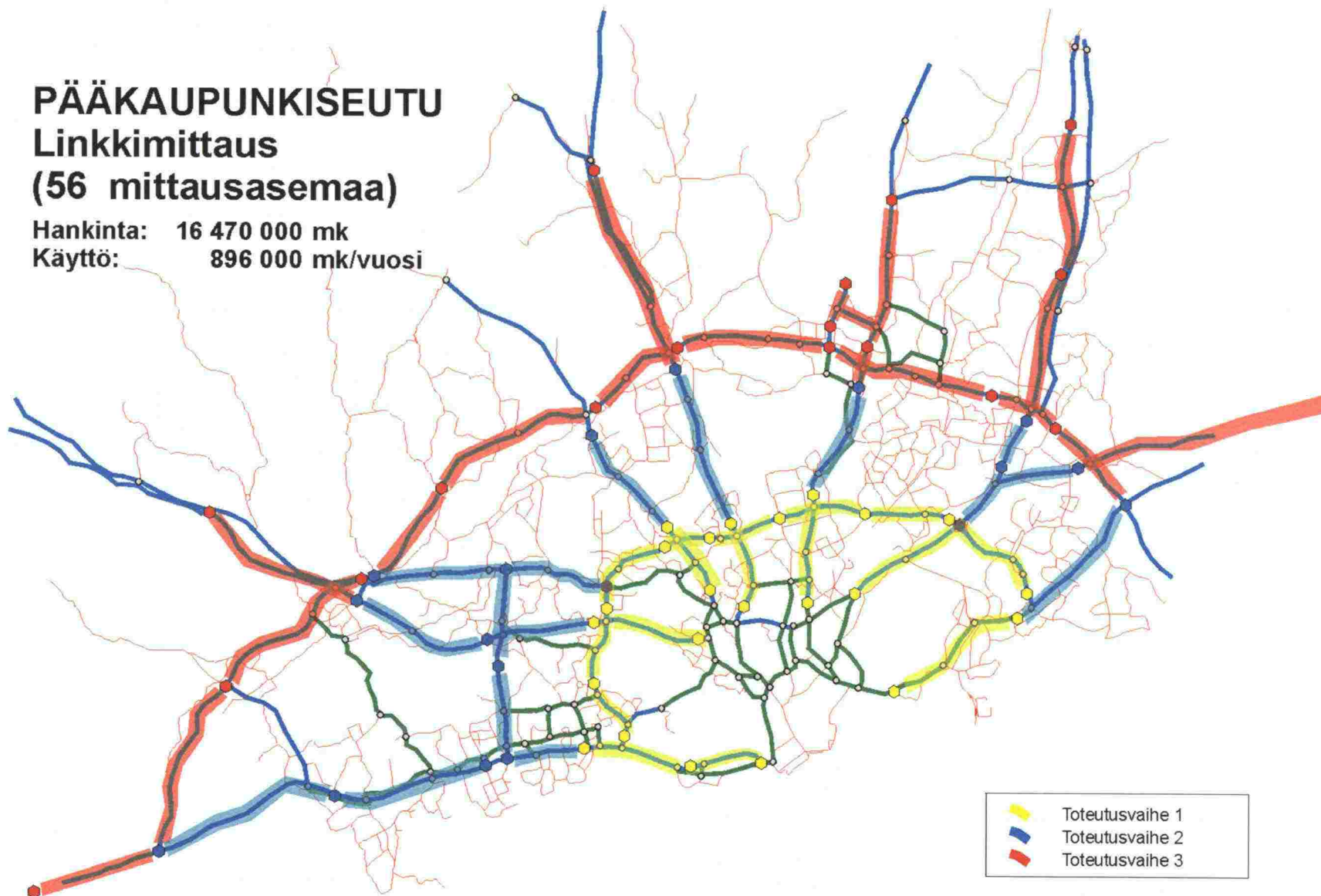
PÄÄKAUPUNKISEUTU Pistemittaus (172 mittausasemaa)

Hankinta: 19 324 000 mk
Käyttö: 2 752 000 mk/vuosi



PÄÄKAUPUNKISEUTU Linkkimittaus (56 mittausasemaa)

Hankinta: 16 470 000 mk
Käyttö: 896 000 mk/vuosi



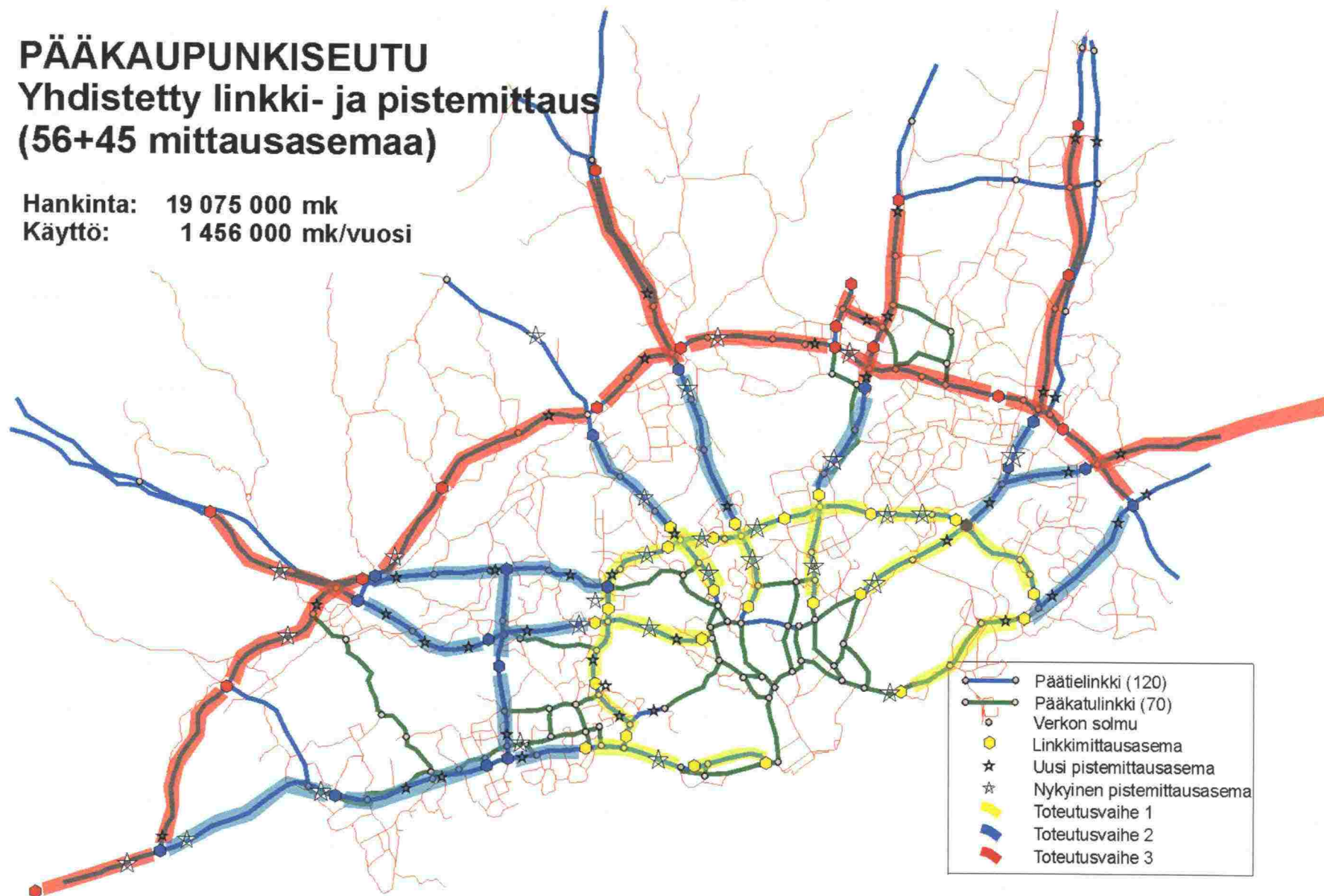
PÄÄKAUPUNKISEUTU

Yhdistetty linkki- ja pistemittaus

(56+45 mittausasemaa)

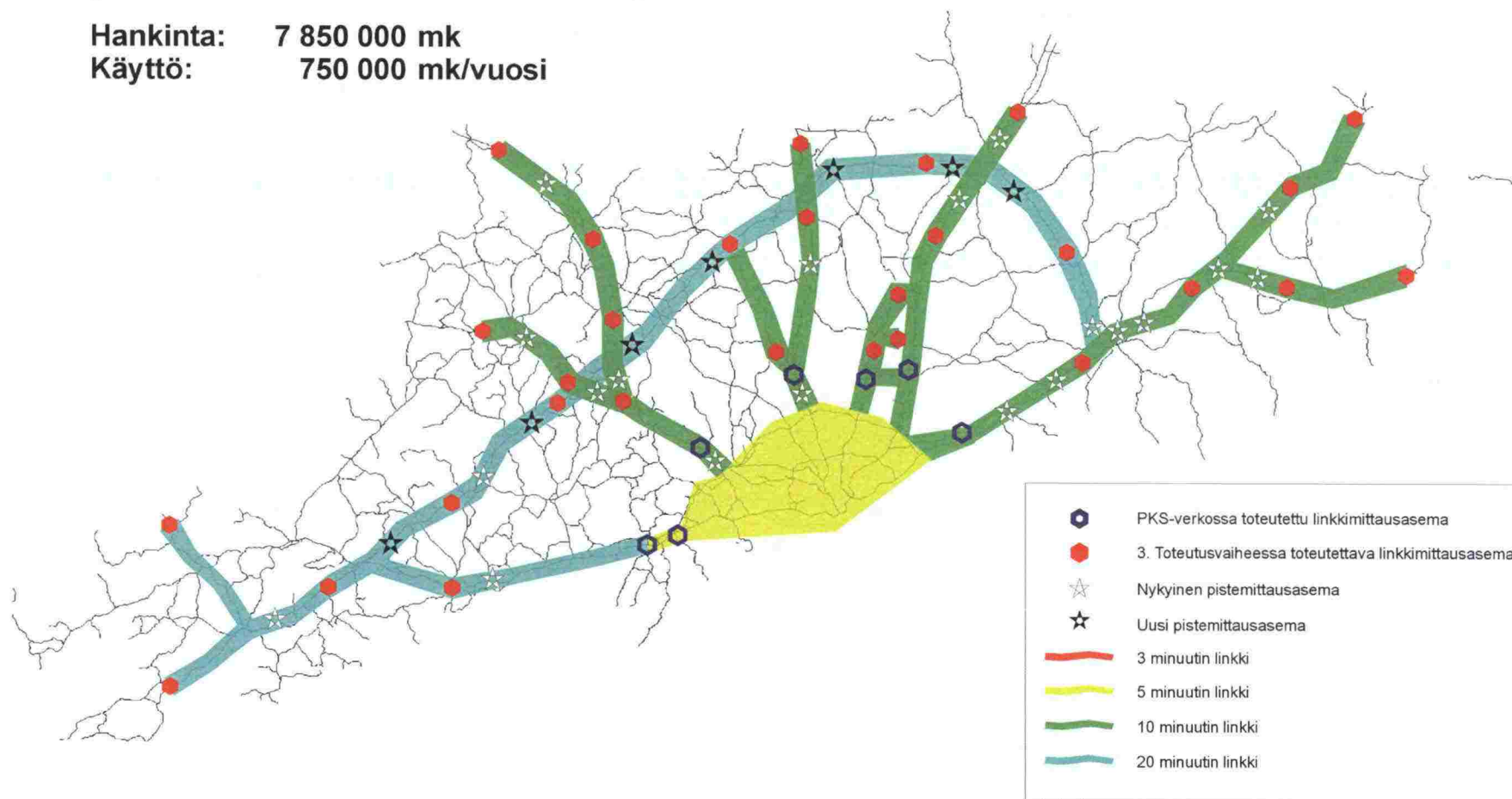
Hankinta: 19 075 000 mk

Käyttö: 1 456 000 mk/vuosi

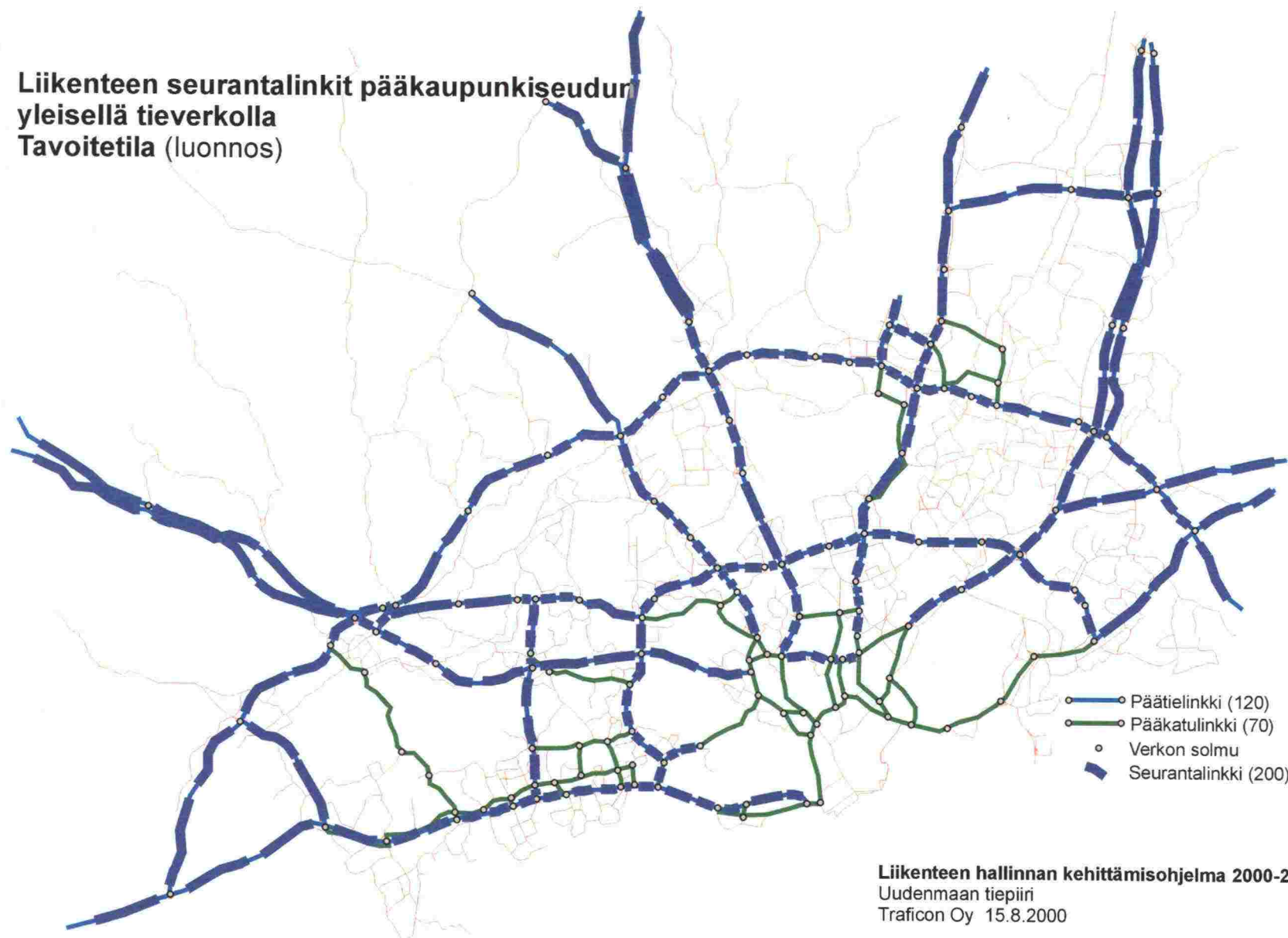


Uudenmaan tiepiirin PKS:n ulkopuolinen päätieverkko Yhdistetty linkki- ja pistemittaus (29+7 mittausasemaa)

Hankinta: 7 850 000 mk
Käyttö: 750 000 mk/vuosi

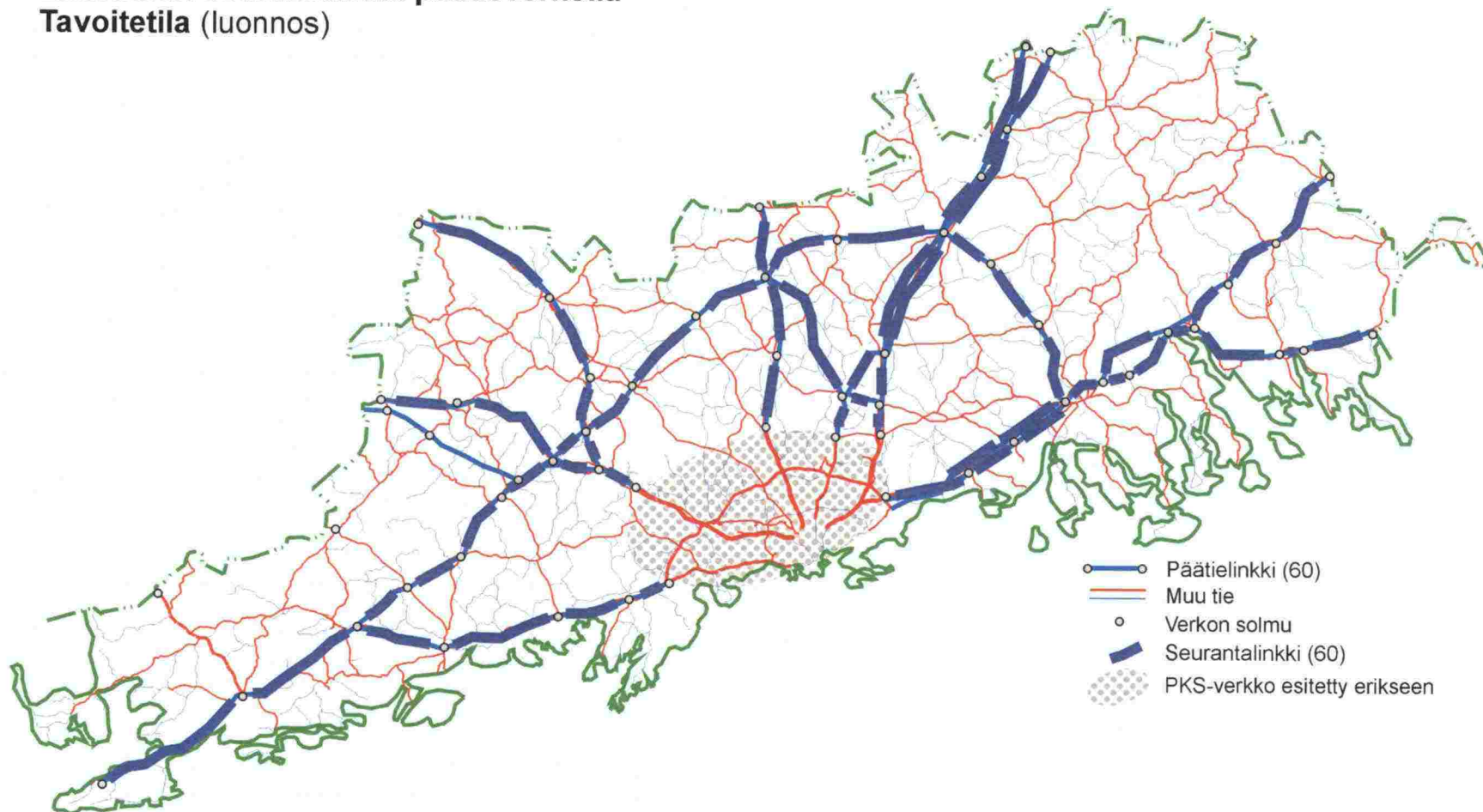


**Liikenteen seurantalinkit pääkaupunkiseudun
yleisellä tieverkolla
Tavoitetila (luonnos)**



Liikenteen hallinnan kehittämisohjelma 2000-2005
Uudenmaan tiepiiri
Traficon Oy 15.8.2000

Liikenteen seurantalinkit päätieverkolla
Tavoitetila (luonnos)



Liikenteen hallinnan kehittämisohjelma 2000-2005
Uudenmaan tiepiiri
Traficon Oy 15.8.2000

ISSN 0788-3722
ISBN 951-726-718-5
TIEH 3200649